

Universidade do Minho

Escola de Ciências

Filipa Manuela da Silva Correia

**Crescimento do globo ocular em
adolescentes dos 10 aos 16 anos**

Janeiro de 2014



Universidade do Minho

Escola de Ciências

Filipa Manuela da Silva Correia

**Crescimento do globo ocular em
adolescentes dos 10 aos 16 anos**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Optometria Avançada

Trabalho efetuado sob a orientação do:

Professor Doutor José Manuel González Méijome

e do

Professor Doutor António Manuel Marques Queirós Pereira

Janeiro de 2014

DECLARAÇÃO

Nome: Filipa Manuela da Silva Correia

Endereço eletrónico: filipamscorreia@gmail.com

Título da Tese de Mestrado: Crescimento do globo ocular em adolescentes dos 10 aos 16 anos.

Orientadores:

Professor Doutor José Manuel González-Méijome e Professor Doutor António Manuel Marques Queirós Pereira

Ano de conclusão: Janeiro de 2014

Designação do Mestrado: Optometria Avançada

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE.

Universidade do Minho, __/__/____

Assinatura: _____

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de
água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”*

Madre Teresa de Calcutá

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Professor Doutor José Manuel González-Méijome, e Professor Doutor António Manuel Marques Queirós Pereira, bem como ao Professor Doutor Jorge Manuel Martins Jorge, agradeço a oportunidade da realização do presente trabalho, toda a preocupação e atenção ao longo deste percurso, assim como, a disponibilidade sempre presente, todo o incentivo dado, conhecimentos transmitidos e simpatia que sempre me passaram ao longo desta jornada.

Aos meus avós, por fazerem parte da minha reconstrução constante, por me ensinarem a nunca desistir dos meus sonhos e por todas as palavras de conforto e de amor. À minha irmã Daniela e aos meus pais, agradeço por toda a coragem, força e fé que sempre me transmitiram quando eu mais precisava e preciso.

Ao Professor Doutor Mário, agradeço pela forma como me recebeu, aceitou e planificou o projeto na Escola Básica 2/3 de Caldas das Taipas (Guimarães). A todos os encarregados de educação que se disponibilizaram para que o meu trabalho desse certo. Em especial aos adolescentes pelo tempo despendido durante a colheita de dados, pelo interesse que me transmitiram que me dava sempre ânimo e alegria. Agradeço também aos funcionários da escola que constantemente se mostraram cuidadosos e preocupados para que o meu trabalho corresse pela melhor forma.

À Céu por toda a ajuda na recolha de dados, pela confiança, força que sempre me transmitiu, e por sempre ter acreditado em mim.

Não posso deixar de agradecer aos meus amigos e companheiros de longa data, pelo sentimento mútuo, pelas conversas, pelo carinho e incentivo que sempre me transmitiram, à Xana, Joana, David e em especial à Lena.

À Ana, Joca, Bruno, Diana, Sónia e Helena Neves, reconheço as palavras, sentimentos e experiências trocadas ao longo do meu percurso académico e pessoal, que me encorajam ao longo destes anos.

Resumo

Objetivo: Avaliar as alterações do erro refrativo central e periférico, do comprimento axial (CA), raio de curvatura central (RC), e foria em visão próxima, em duas estações (inverno e primavera), e associar a variação ocorrida na componente esfera equivalente (M) central e do CA, a fatores condicionantes do desenvolvimento do erro refrativo. Trata-se de um estudo de corte, observacional, longitudinal prospectivo.

Participantes: Um total de 122 adolescentes entre os 10 e 16 anos de idade ($12,6 \pm 1,6$ anos), alunos da Escola básica 2/3 de Caldas das Taipas, Guimarães.

Métodos: O estado refrativo central, periférico (temporal e superior), sem cicloplégico, foi obtido com o Plusoptix (PlusOptix GmbH, Nuremberg, Germany), o parâmetro biométrico (CA) e o raio de curvatura corneal central através do uso do IOL Master (Carl Zeiss, Alemanha), e a foria em visão próxima através da asa de Maddox. Foi considerado apenas o olho esquerdo (OE), nas análises, e feita a média de 3 medidas (à exceção da foria). Os componentes vetoriais do erro refrativo M, J0 e J45 foram considerados no estudo. Foram realizados questionários aos pais e adolescentes, com base nos fatores de risco para o aparecimento e desenvolvimento de miopia sendo posteriormente correlacionados com a variação ocorrida para o M central e CA.

Resultados: A emetropia é o estado refrativo com maior prevalência nos adolescentes (55,7% e 58,2% na 1ª e 2ª avaliação, respetivamente). Verificou-se um aumento no valor de M médio central da amostra total, no sentido negativo de $-0,03 \pm 0,39$ D do inverno para a primavera. A variação do erro refrativo periférico horizontal revelou uma mudança no sentido miópico para todos os grupos exceto para o grupo de míopes que apresentou uma variação hipermetrópica entre as duas estações. Para o erro refrativo periférico vertical, as variações encontradas no componente M, para as duas avaliações ocorreram no sentido miópico em todos os grupos, sendo menos miópicas no grupo de adolescentes míopes. Ocorreu um alongamento axial ao fim do estudo para todos os grupos, que foi estatisticamente significativo ($p < 0,05$) com a exceção do grupo de emétopes e do sexo masculino.

Conclusão: Parece haver uma tendência para a miopia e para o astigmatismo à regra com o avanço dos meses escolares, verificando-se um alongamento axial do olho nesta faixa etária, independentemente do género e do estado refrativo. As alterações

na refração na periferia podem ilustrar a forma ocular de cada grupo refrativo e estão associadas ao desenvolvimento da ametropia no centro da retina.

Abstract

Objective: To evaluate changes in central and peripheral refractive error, axial length (AL), central corneal radius of curvature (CR), and phoria at near vision in two seasons (winter and spring), and associate the variation occurred in the central spherical equivalent component (M) and AL, with factors responsible for development of refractive error. This is a cohort study, observational, prospective longitudinal.

Participants: A total of 122 Portuguese adolescents students between 10 and 16 years of age (12.6 ± 1.6 years), were recruited at the basic school of Caldas Taipas, Guimarães.

Methods: The central refractive state and the peripheral refraction (horizontal and vertical) without cycloplegia was obtained using Plusoptix (PlusOptix GmbH, Nuremberg, Germany). The biometric parameter (AL) and the central corneal radius of curvature were obtained with the IOL Master (Carl Zeiss, Germany), and phoria in near vision with Maddox wing. Only the left eye was considered for statistical analysis, and was used the average of 3 measurements (except for the phoria). The refractive error vector components M, J0 and J45 were considered in the study. Questionnaires to parents and adolescents, based on risk factors for the onset and development of myopia being subsequently correlated with the variation to the central M and CA were performed.

Results: Emmetropia was the most common refractive error (55.7% and 58.2% in 1st and 2nd evaluation, respectively). There was an increase in the value of central medium M of the total sample in the negative direction by -0.03 ± 0.39 D from winter to spring. The variation of the horizontal peripheral refractive error was in the myopic direction for all groups except for the myopic group which experienced a hypermetropic variation between the two seasons. For the vertical peripheral refractive error, the variations found in the M component between the two examinations occurred in the myopic direction in all groups, being less myopic in the group of the already myopic adolescents. An axial elongation occurred at the end of the study for all groups, which was statistically significant ($p < 0.05$) with the exception of the group of emmetropic and males.

Conclusion: There seems to be a tendency for myopia and with the rule astigmatism to increase during this follow-up period, showing an axial elongation of the eye in this age group, regardless of gender and refractive state. The refraction in the periphery reflects the changes in the ocular shape during growth and might be related with the development of ametropia in the center of the retina.

Índice

Agradecimentos	V
Resumo	vii
Abstract	ix
Índice de figuras	xv
Índice de tabelas	xix
Índice de equações	xxi
Lista de Abreviaturas e símbolos	xxiii
Capítulo 1 – Introdução	25
Capítulo 2 – Revisão bibliográfica	29
2.1. Prevalência dos defeitos refrativos nas crianças e adolescentes em idade escolar ...	29
2.2. Alterações sazonais do crescimento do globo ocular em estudantes	37
2.3. Diferenças geográficas e étnicas na Prevalência de Miopia	41
2.4. Fatores associados ao aparecimento e progressão de miopia	48
2.4.1. Fator idade e género	48
2.4.2. Parâmetros de nascimento	49
2.4.3. História familiar de miopia	52
2.4.4. Trabalho em visão próxima versus atividades ao ar livre	56
2.4.5. Educação, estatuto socioeconómico e quociente intelectual	61
2.4.6. Ciclos de luz e escuridão	63
2.4.7. Fator alimentar	65
2.4.8. Doenças sistémicas e oculares	67
2.4.9. Refração periférica	68
2.4.10. Rácio CA/RC	71
2.4.11. Estado fórico	72
Capítulo 3 – Metodologia e Material	75
3.1. Seleção da amostra	75
3.1.1. Critérios de inclusão e exclusão	76
3.2. Inquérito distribuído aos encarregados de educação	76
3.3. Inquérito distribuído aos educandos	77
3.4. Descrição metodológica dos dados obtidos	78

3.4.1. Erro refrativo central e periférico	78
3.4.2. Comprimento axial e raio de curvatura	81
3.4.3. Heteroforia em visão próxima	82
3.5. Análise estatística.....	83
3.5.1. Normalidade dos dados e homogeneidade de variâncias	83
3.5.2. Testes paramétricos.....	84
3.5.3. Testes não paramétricos.....	84
3.5.4. Correlações	85
Capítulo 4 – Apresentação dos resultados obtidos	87
4.1. Descrição da população	87
4.1.1. Resultados obtidos no questionário dos encarregados de educação.....	89
4.1.2. Resultados obtidos no questionário dos educandos	93
4.2. Prevalência do erro refrativo e da orientação do eixo do astigmatismo.....	105
4.3. Prevalência do estado fórico em visão próxima	107
4.4. Resultados do erro refrativo da 1ª e 2ª avaliação	107
4.4.1. Refração central	108
4.4.2. Refração periférica temporal	112
4.4.3. Refração periférica superior.....	118
4.5. Resultados do comprimento axial, raio de curvatura e rácio CA/RC da 1ª e 2ª avaliação	123
4.5.1. Comprimento axial	123
4.5.2. Raio de curvatura corneal	125
4.5.3. Rácio CA/RC.....	126
4.6. Resultados da foria em visão próxima na 1ª e 2ª avaliação	128
4.7. Fatores condicionantes da evolução do sistema visual.....	130
Capítulo 5 – Discussão dos resultados	135
Capítulo 6 – Conclusões	145
Capítulo 7 – Referências	147
Capítulo 8 – Anexos	157
Anexo 1 – Documento de consentimento informado	157
Anexo 2 – Questionário distribuído aos pais	159

Anexo 3 – Inquérito distribuído aos adolescentes na 1ª avaliação	161
Anexo 4 – Inquérito distribuído aos adolescentes na 2ª avaliação	164
Anexo 5 – Restantes variáveis dos inquéritos (sem significância estatística).....	166

Índice de figuras

Figura 2.1. Prevalência das ametropias em adolescentes com 15 anos de idade (estudos RESC).....	34
Figura 3.1. Monitor de observação do plusoptix.....	78
Figura 3.2. Placard com os pontos de fixação central e periféricos.....	79
Figura 3.3. Resultados do photoscreening obtido pelo plusoptix.....	80
Figura 3.4. IOL Master.....	81
Figura 3.5. Asa de maddox (a) e manuseamento da asa de maddox (b).....	82
Figura 4.1. Distribuição da amostra por ano de escolaridade.....	88
Figura 4.2. Distribuição da amostra por género.....	88
Figura 4.3. Distribuição da amostra por idade.....	88
Figura 4.4. Distribuição de problemas de saúde gerais da população em estudo.....	89
Figura 4.5. Distribuição do tempo da última consulta optométrica/oftalmológica.....	90
Figura 4.6. Distribuição do efeito do uso de correção ótica dos pais e educando.....	91
Figura 4.7. Distribuição do intervalo de horas por dia a estudar numa semana normal	92
Figura 4.8. Distribuição do intervalo de horas por dia ao ar livre numa semana normal.....	92
Figura 4.9. Distribuição do mês de nascimento da população.....	93
Figura 4.10. Distribuição da avaliação escolar da amostra.....	94
Figura 4.11. Distribuição do número de horas por dia em atividades de visão próxima durante a semana no inverno.....	95
Figura 4.12. Distribuição do número de horas por dia em atividades de visão próxima durante a semana na primavera.....	96
Figura 4.13. Distribuição do número de horas por dia em atividades ao ar livre durante a semana no inverno e na primavera.....	96
Figura 4.14. Distribuição do número de horas por dia em atividades de visão próxima durante o fim de semana no inverno.....	97
Figura 4.15. Distribuição do número de horas por dia em atividades de visão próxima durante o fim de semana na primavera.....	98

Figura 4.16. Distribuição do número de horas por dia em atividades ao ar livre durante o fim de semana.....	98
Figura 4.17. Distribuição da exposição exterior/interior da população durante as férias de natal e da páscoa.....	99
Figura 4.18. Distribuição do local da prática desportiva ou atividade lúdica da amostra.....	100
Figura 4.19. Distribuição do tempo com luz no período noturno da amostra durante a infância.....	100
Figura 4.20. Distribuição da presença de luminosidade durante o período noturno da amostra nas duas fases de estudo.....	101
Figura 4.21. Distribuição do tipo de amamentação da amostra.....	101
Figura 4.22. Distribuição da quantidade de vezes que a amostra ingere cereais por semana.....	102
Figura 4.23. Distribuição do número de vezes que a amostra consome alimentos fast-food por semana.....	102
Figura 4.24. Distribuição do local (a) e tipo (b) de residência da população.....	103
Figura 4.25. Distribuição do andar de habitação da amostra.....	103
Figura 4.26. Distribuição da posição na sala de aula da amostra em relação às janelas (a) e mesas (b).....	104
Figura 4.27. Distribuição do tipo de escalão escolar da amostra.....	105
Figura 4.28. Distribuição da prevalência das ametropias nas duas fases de estudo.....	106
Figura 4.29. Distribuição da direção do eixo do astigmatismo da amostra.....	107
Figura 4.30. Distribuição da foria em visão próxima.....	107
Figura 4.31. Valor do componente M central agrupado por erro refrativo para a 1ª (a) e 2ª (b) avaliação.....	109
Figura 4.32. Variação do componente M central para a periferia temporal por grupos refrativos nas duas avaliações.....	113
Figura 4.33. Valores médios de M central e periférico temporal na 1ª e 2ª avaliação por grupos refrativos.....	114
Figura 4.34. Valor do componente M periférico temporal agrupado por erro refrativo para a 1ª avaliação (a) e 2ª avaliação (b).....	115
Figura 4.35. Valores médios de M central e periférico superior na 1ª e 2ª avaliação por grupos refrativos.....	118

Figura 4.36. Variação do componente M central para a periferia superior por grupos refrativos nas duas avaliações.....	119
Figura 4.37. Valor do componente M médio periférico superior agrupado por erro refrativo na 1ª avaliação (a) e 2ª avaliação (b).....	120
Figura 4.38. Valores médios do CA por género na 1ª avaliação (a) e 2ª avaliação (b)....	124
Figura 4.39. Valores médios do rácio CA/RC por erro refrativo na 1ª avaliação (a) e 2ª avaliação (b).....	127
Figura 4.40. Valores médios e dispersão da foria em VP por erro refrativo na 1ª avaliação (a) e 2ª avaliação (b).....	129
Figura 4.41. Distribuição da variação do CA com a variável <i>“uso de correção ótica por parte do pai”</i>	130
Figura 4.42. Distribuição da variação do CA com a variável <i>“ horas ao ar livre por dia durante o fim de semana no inverno”</i>	131
Figura 4.43. Distribuição da variação do componente M com a variável <i>“horas ao ar livre por dia durante o fim de semana na primavera”</i>	132
Figura 4.44. Distribuição da variação do componente M com a variável <i>“horas por dia a estudar durante o fim de semana na primavera”</i>	132
Figura 4.45. Distribuição da variação do componente M com a variável <i>“zona (a) e tipo de habitação (b)”</i>	133

Índice de tabelas

Tabela 2.1. Seleção de estudos sobre a prevalência de miopia e hipermetropia em crianças e adolescentes.....	30
Tabela 2.2. Prevalência das ametropias em crianças utilizando a amostragem e procedimentos de medições baseados no protocolo RESC.....	33
Tabela 2.3. Prevalência de miopia e hipermetropia em países da Europa.....	37
Tabela 2.4. Síntese de estudos recentes sobre a progressão miópica e alongamento axial.....	41
Tabela 4.1. Distribuição da prevalência das ametropias nas duas fases de estudo por gênero.....	106
Tabela 4.2. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para a refração axial da amostra geral, dividida por grupos refrativos e por gênero.....	111
Tabela 4.3. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para a refração periférica temporal da amostra total, dividida por grupos refrativos e por gênero.....	117
Tabela 4.4. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para a refração periférica superior da amostra total, dividida por grupos de refração e por gênero.....	122
Tabela 4.5. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para o valor médio do CA para a amostra total, dividida por grupos refrativos e por gênero.....	124
Tabela 4.6. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para o valor médio do RC para a amostra total, dividida por grupos refrativos e por gênero.....	125
Tabela 4.7. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para o valor médio do rácio CA/RC para a amostra total, dividida por grupos refrativos e por gênero.....	127
Tabela 4.8. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para o valor médio da foria em visão próxima para a amostra total, dividida por grupos refrativos e por gênero.....	129
Tabela 4.9. Coeficiente de correlação de Spearman e significância estatística entre as variáveis dos inquéritos e variação ocorrida no M e CA.....	134
Tabela 4.10. Coeficiente de correlação de Spearman e significância estatística entre as restantes variáveis dos inquéritos e variação ocorrida no M e CA.....	166

Índice de equações

Equação 1. Componente M.	80
Equação 2. Componente J0.	80
Equação 3. Componente J45.	80

Lista de Abreviaturas e símbolos

Δ	Dioptria prismática
AR	Autorrefratómetro
C/C	Com cicloplégico
CA	Comprimento axial
CA/RC	Comprimento axial/raio de curvatura corneal
Cm	Centímetros
Cil	Cilindro
D	Dioptria
DP	Desvio padrão
Esf	Esfera
Eixo	Eixo do cilindro
F	Feminino
Fvp	Foria em visão de perto
H0	Hipótese nula
H1	Hipótese alternativa
J0	Componente do astigmatismo no meridiano horizontal e vertical
J45	Componente do astigmatismo no meridiano de 45° e 135°
K-S	Teste de Kolgomorov-Smirnov
K-W	Teste de Kruskal-Wallis
m	Metros
M	Equivalente esférico
M*	Masculino
mm	Milímetros
M-W	Teste de Mann-Whitney
OD	Olho direito
OE	Olho esquerdo

<i>p</i>	Significância estatística
Ret	Retinoscopia
S/C	Sem cicloplégico
VL	Visão longe
VP	Visão perto

Capítulo 1 – Introdução

A miopia é o tipo de erro refrativo que se desenvolve normalmente durante a idade escolar, pois a hipermetropia encontrada em crianças diminui gradualmente durante a infância e presume-se que este deslocamento miópico reflete o crescimento do olho finamente regulado pelo processo de emetropização [1]. "*Miopia escolar*" foi o termo criado em referência à aparente associação entre o trabalho escolar e o crescimento do globo ocular que leva ao desenvolvimento de miopia nos estudantes [2].

Estudos epidemiológicos têm descrito um aumento na prevalência de miopia em adolescentes [3] especialmente na Ásia sendo que, a etnia chinesa parece ser mais suscetível à miopia em comparação com as populações ocidentais [4]. Além disso, os alunos que vivem em meios rurais tendem a ter uma menor prevalência de miopia em comparação a áreas urbanas [5].

Várias são as investigações que relacionam o aparecimento e progressão de miopia com diversos fatores, desde a idade [6] e gênero [7], a parâmetros de nascimento [8-10], história familiar de miopia [11-16], doenças sistêmicas e oculares [17-19], educação, estatuto socioeconômico e quociente de intelectualidade [20-23], e a fatores ambientais como o tempo em visão de perto [24-27], versus as atividades em espaços abertos (ar livre) [28-33]. Os ciclos de luz e escuridão [34, 35], e o tipo de alimentação [17, 36-38] também condicionam o aparecimento e desenvolvimento de miopia segundo alguns autores. Têm sido considerados por isso, diversos fatores para explicar a origem do crescimento do globo ocular contudo, a relação com o trabalho de visão de perto e a exposição a atividades ao ar livre poderão ter uma importância significativa. Ambos os fatores podem ainda estar relacionados e alterarem-se de um modo significativo durante o período letivo dado que o percurso educativo condiciona os mesmos, e por isso, as alterações sazonais ocorridas nos parâmetros refrativos e comprimento axial têm sido amplamente estudadas ao longo dos meses escolares em diversos países [39, 40]. Donovan *et al.* [39] encontraram uma progressão miópica e um alongamento axial consideravelmente mais lentos no verão em crianças míopes.

A desfocagem da retina periférica tem vindo a ser demonstrada como uma influência significativa sobre o desenvolvimento da refração central [41]. De igual forma a associação entre heteroforia em visão de perto e o erro refrativo central tem vindo a ser documentada [42].

Estudos sobre os preditores das alterações refrativas são na verdade estudos sobre os preditores do aparecimento ou progressão de miopia, como é o caso do rácio comprimento axial/raio de curvatura corneal central CA/RC [43].

A realização deste trabalho tem como objetivo avaliar as alterações oculares ocorridas durante um intervalo de quatro meses em adolescentes portugueses, e relacionar essas alterações com o aparecimento e progressão de miopia. As alterações avaliadas nas duas fases de estudo (1ª avaliação no inverno e 2ª avaliação na primavera) são o erro refrativo axial e a 25° de excentricidade, o comprimento axial, curvatura corneal central, rácio CA/RC e a heteroforia em visão próxima. Às variações ocorridas serão analisadas o seu sentido e magnitude.

A relação entre os fatores de risco que podem influenciar os parâmetros do sistema visual e consequentemente o aparecimento e desenvolvimento do erro refrativo é analisada a partir de uma correlação para cada um deles com a diferença do equivalente esférico e comprimento axial médio (média das duas fases de estudo) para que seja possível constatar se de facto existe uma correlação entre erro refrativo e alongamento axial com determinados fatores de risco.

Este trabalho é oportuno e necessário visto que os estudos relacionados com este tema são maioritariamente realizados em países asiáticos, e por isso, englobará uma raça caucasiana de um país da Europa sendo o primeiro estudo realizado em Portugal.

Esta tese de dissertação está organizada em 8 capítulos principais: introdução, revisão bibliográfica, materiais e métodos, apresentação dos resultados, discussão, conclusões, literatura consultada, e por último pelos anexos, documentos essenciais na planificação e realização deste trabalho.

No **primeiro capítulo**, é feita uma introdução ao presente trabalho, sendo referidos os conceitos fundamentais de uma forma geral, e feito o enquadramento enquanto projeto.

No **segundo capítulo**, o qual corresponde à revisão bibliográfica é efetuada uma análise global da prevalência dos defeitos refrativos em crianças e adolescentes, a comparação entre diversos estudos sobre as alterações sazonais que ocorrem ao longo do ano letivo, as diferenças encontradas geograficamente e etnicamente para a prevalência de miopia em diversos pontos do Mundo e por último os fatores que estão associados ao aparecimento e desenvolvimento de miopia segundo diversos autores.

Seguidamente, no **terceiro capítulo**, intitulado de materiais e métodos, são descritos os materiais e procedimentos utilizados na realização deste trabalho, como a seleção da amostra incluindo os critérios de inclusão e exclusão, os inquéritos distribuídos aos encarregados de educação e educandos com o intuito de ressaltar os fatores de risco associados ao aparecimento e progressão miópica da amostra. A descrição metodológica é descrita neste capítulo, a partir dos instrumentos usados e métodos para a avaliação refrativa e dos parâmetros visuais. Para finalizar este capítulo serão referidos os testes usados na análise estatística.

No **quarto capítulo** serão apresentados e comentados os resultados obtidos na caracterização da amostra em estudo, a exposição das respostas obtidas nos inquéritos distribuídos, os resultados refrativos e dos parâmetros do sistema visual com as variações ocorridas nas duas fases de estudo e significância estatística para a amostra dividida por grupos refrativos, amostra geral, e por género.

Serão ainda analisadas as correlações e significância estatística para os fatores de risco salientados nos inquéritos com a variação ocorrida no componente do equivalente esférico (M) do erro refrativo central e comprimento axial médios.

A discussão dos resultados obtidos será apresentada no **quinto capítulo** com referência e comparação a outras investigações na mesma área.

No **sexto capítulo** são apresentadas as conclusões mais relevantes do presente estudo.

No penúltimo capítulo, **sétimo capítulo**, são apresentadas as referências bibliográficas consultadas para a possível realização desta dissertação.

Por último, no **oitavo capítulo**, encontram-se todos os documentos utilizados no decorrer deste trabalho, em forma de anexo.

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica

No presente capítulo serão apresentados determinados tópicos importantes para a conjuntura da dissertação. Mostra-se a prevalência dos defeitos refrativos na população mais jovem um pouco por todo o Mundo. Apresentam-se também as alterações sazonais que ocorrem em estudantes ao longo do ano letivo. É dado especial ênfase à miopia como as diferenças geográficas e étnicas encontradas e os fatores de risco que favorecem o aparecimento e progressão de miopia.

2.1. Prevalência dos defeitos refrativos nas crianças e adolescentes em idade escolar

A deficiência visual na infância e adolescência, devido a erros refrativos é um dos problemas mais comuns entre a população em idade escolar e é a segunda causa de cegueira tratável [44].

No ano de 1997, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estabeleceu uma meta em todo o mundo até ao ano de 2020 com o objetivo de eliminar a cegueira que pode ser evitada, sendo uma das cinco principais prioridades os erros de refração [45].

Com a finalidade de reduzir a ocorrência de deficiência visual e cegueira evitável causadas por erros de refração, surge a necessidade em obter informação epidemiológica sobre os erros refrativos e outras doenças oculares nas crianças e adolescentes em idade escolar [44]. No entanto, estudos sobre a sua prevalência ao longo do tempo podem não ser diretamente comparáveis porque as estratégias de amostragem, os métodos de refração e as características da população em estudo diferem entre si [3]. Deste modo, o facto de não existir uma padronização nos procedimentos para a realização dos trabalhos de investigação na área da prevalência dos erros refrativos, nomeadamente no método de medida usado para o erro refrativo, no uso ou não de cicloplégico, na própria definição das ametropias e na composição demográfica das populações estudadas que é muitas vezes diferente, torna complexa e inexata a comparação desta temática entre as diversas investigações a nível mundial [1, 3, 12, 43, 46-48]. Consequentemente, os estudos realizados sobre a prevalência do erro refrativo apresentam uma grande variação nos valores obtidos [1, 22].

A definição do limite dióptrico para as ametropias varia consoante os estudos realizados por diferentes autores. Segundo Barnes *et al.* [49], a hipermetropia pode ser definida como o equivalente esférico (M) superior a +2,00 D enquanto para Ojaimi *et al.* [50], esta pode ser definida pelo $M \geq +0,50$ D, sendo este último valor o mais comum entre investigações[1, 22].

Na tabela 2.1 encontram-se as prevalências de miopia e de hipermetropia obtidas em alguns estudos, utilizando diferentes metodologias e critérios na definição das ametropias[1, 22, 46].

Tabela 2.1. Seleção de estudos sobre a prevalência de miopia e hipermetropia em crianças e adolescentes.

País	Tamanho da amostra	Idade (anos)	Método	Prevalência de miopia		Prevalência de hipermetropia	
Reino Unido [49]	7600	7	AR S/C	Critério	%	Critério	%
				M <-1,00 D	1,1	M >+2,00 D	5,9
				M ≤-0,50 D	13,6		
Suécia [51]	1045	12-13	Ret C/C	M ≤-0,50 D	45	M ≥+1,00 D	8,4
EUA [52]	2583	6-14	AR C/C	M ≤-0,75 D	10,1	M ≥+1,25 D	8,6
				M ≤-0,50 D	11,6		
EUA [53]: Africano-Americano Asiático Hispanico Branco	2523	5-17	AR C/C	M ≤-0,75 D	9,2	M ≥+1,25 D	12,8
	534				6,6		6,4
	491				18,5		6,3
	463				13,2		12,7
	1035				4,4		19,3
Austrália [50]	1765	6	AR C/C	M ≤-0,50 D	1,43	M ≥+0,50 D	91
Austrália [54]	2353	11-15	AR C/C	M <-1,00 D	8,0	M ≥+2,00 D	3,5
				M ≤-0,50 D	11,9		
Hong Kong [55]	7560	5-16	AR C/C	M ≤-0,50 D	36,7	M ≥+2,00 D	4
Singapura [13]	1453	7	AR C/C	M ≤-0,50 D	29	NR	
		8			34,7		
		9			53,1		
Hong Kong [56]: Escola local	335	13-15	AV	≤-0,50 D	85-88	Com etnia Chinesa (Asiáticos)	
Escola internacional	789	13-15			43	Sem etnia Chinesa (Caucasianos)	
				≤-0,50 D	65	Misto	
					80	Com etnia Chinesa (Asiáticos)	

M, equivalente esférico; AR, autorrefratômetro; Ret, retinoscopia; C/C, com cicloplégico; S/C, sem cicloplégico; AV, Acuidade visual; NR, dados não reportados; EUA: Estados Unidos da América.

Na tabela 2.1, observa-se que diferentes autores [49, 52, 54] encontraram uma prevalência miópica usando o critério $M < -1,00$ D [49, 54] e $M < -0,75$ D [52], diferente da obtida com $M \leq -0,50$ D [49, 52, 54], sendo superior com este último ponto de corte.

Villarreal *et al.* [51] usaram a retinoscopia cicloplégica, para medição do erro refrativo, e verificaram que os adolescentes suecos apresentavam uma maior prevalência de miopia (45%), e que, não foram encontradas diferenças significativas entre o sexo masculino e feminino.

Na amostra completa da investigação conduzida por Zadnik *et al.* [52], foi encontrada uma prevalência de miopia de 10,1% através de definição de miopia de $-0,75$ D ou mais miopia em ambos os meridianos, enquanto 11,6% das crianças e adolescentes eram míopes por um critério menos restritivo ($-0,50$ D ou mais miopia). Usando uma definição de $1,25$ D de hipermetropia ou mais, 8,6% da amostra foram classificados como sendo hipermétropes. Não foi encontrada uma diferença significativa na média do erro de refração entre rapazes e raparigas mas o aumento da idade na amostra teve um efeito significativo para o aumento da prevalência de miopia nos adolescentes.

Usando a autorrefração com recurso ao cicloplégico, Kleinstein *et al.* [53], num estudo multicêntrico (CLEERE) analisaram o erro refrativo em crianças e adolescentes de escolas norte-americanas pertencentes a quatro grupos étnicos, verificando diferenças significativas entre os diferentes grupos: os asiáticos apresentavam uma maior prevalência de miopia (18,5%), contrariamente ao grupo de caucasianos que apresentavam uma maior percentagem de hipermetropia (19,3%). Na amostra global a maior prevalência do erro refrativo foi a emetropia (49,5%), seguida pelo astigmatismo (28,4%) definido pela diferença no erro refrativo de pelo menos $1,00$ D entre os dois meridianos principais.

Na Austrália os resultados de estudos realizados por Ojaimi *et al.* [50] e Ip *et al.* [54] dão conta de um aumento na prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) das crianças (1,43%) para os adolescentes (11,9%) e uma diminuição da prevalência de hipermetropia usando critérios diferentes para as duas amostras, de 91% ($M \geq +0,50$ D) para 3,5% ($M \geq +2,00$ D) na adolescência.

No estudo realizado por Fan *et al.* [55] em Hong Kong a maior prevalência (59,3%) foi encontrada para a emetropia ($-0,50 \text{ D} < M < +2,00 \text{ D}$), seguida de miopia (36,7%), e do astigmatismo ($\leq -1,00$ cilindro) que alcançou um valor inferior (18,1%). A prevalência de miopia foi positivamente correlacionada com a idade mais avançada. Adolescentes com 11 anos de idade foram quase 15 vezes mais propensos a ter miopia do que as crianças com menos de 7 anos. Em média os rapazes, tiveram um erro refrativo mais míope do que as raparigas, mas a diferença não foi estatisticamente significativa. Saw *et al.* [13] também constataram que a prevalência de miopia aumentava com o avançar da idade nas crianças de Singapura. Os autores usaram a autorrefração cicloplégica e o mesmo critério na definição de miopia para as três idades tendo concluído que a prevalência de miopia nas crianças mais novas era inferior (29%) às crianças com idade superior (53,1%).

Lam *et al.* [56] estudaram a diferença na prevalência de miopia em alunos entre escolas locais e escolas internacionais de Hong Kong. A refração dos óculos dos alunos foi medida usando um focómetro. Os estudantes que usavam lentes negativas e positivas eram considerados míopes e hipermetropes, respetivamente, com a confirmação na avaliação da acuidade visual (AV). Os autores concluíram que os estudantes chineses (asiáticos) são aqueles que apresentam uma maior prevalência de miopia, independentemente de terem estudado em escolas locais ou internacionais, quando comparados com outros grupos étnicos, como os caucasianos.

Os estudos anteriormente referenciados ilustram a dificuldade de se comparar efetivamente resultados entre investigações que tenham utilizado diferentes metodologias e critérios de classificação [1, 22, 46]. No entanto, é possível observar que os níveis na prevalência de miopia de aproximadamente 60% a 80% têm sido associadas a áreas urbanas da Ásia, como Hong Kong e Singapura [13, 55, 56], e as indicações de que tendências semelhantes, embora com níveis mais modestos ($\approx 10\%$ a 25%) são evidentes na Austrália, Europa e Estados Unidos da América (EUA) [49-54]. Enquanto a evidência da alta prevalência de miopia é inequívoca para o leste asiático é menos clara para os EUA e para as sociedades europeias [46].

Negrel *et al.* [48] desenvolveram um protocolo uniforme, o “Refractive Error Study in Children” (RESC), com o objetivo de facilitar a comparação e compreensão da epidemiologia dos erros refrativos em crianças e adolescentes com idade escolar, uma vez que, a estratégia de amostragem, os procedimentos usados para medir a refração e a sua definição são semelhantes entre as investigações que o utilizam em diferentes partes do mundo [3, 22, 48]. A prevalência dos erros de refração por faixas etárias e sexo pode assim ser estimada e comparada com razoável precisão nas populações-alvo [22, 48]. Na tabela 2.2 e na figura 2.1 são apresentadas as percentagens das ametropias obtidas por autorrefração ou retinoscopia cicloplégica em ambos os olhos utilizando a amostragem e procedimentos de medição baseados no protocolo RESC [57-64]. A população alvo de estudo incluiu crianças e adolescentes, de diferentes origens étnicas e configurações culturais. Na figura 2.1, a prevalência de miopia está representada com a cor vermelha, hipermetropia com a cor verde e emetropia a cinza [6].

Tabela 2.2. Prevalência das ametropias em crianças utilizando a amostragem e procedimentos de medições baseados no protocolo RESC.

<i>País</i>	<i>Região</i>	<i>Tamanho da amostra total</i>	<i>Idade</i>	<i>Método</i>	Prevalência de miopia (%) <i>Critério: $M \leq -0,50D$</i>	Prevalência de hipermetropia (%) <i>Critério: $M \geq +2,00D$</i>
Nepal [60]	Zona Mechi (rural)	5067	5	Ret C/C	M*+F: $\approx 0,5$	M*+F: $\approx 2,0$
Chile [62]	La Florida (suburbano)	5303	5	Ret C/C	M*+F: 3,4	M*: 22,7 F: 26,3
Índia [61]	Andra Pradesh (rural)	4074	7	Ret C/C	M*+F: 2,8	M*+F: 0,7
Índia [59]	Nova Deli (urbano)	6447	5	Ret C/C	M*+F: 4,68	M*+F: 15,6
Sul de África [63]	Durban (metropolitano)	4890	5	AR C/C	M*+F: 3,2	M*+F: 2,7
China [58]	Distrito Shunyi (rural)	5884	5	Ret C/C	M*+F: $\approx 0,0$	M*: 8,8 F: 19,6
China [64]	Guangzhou (urbano)	4364	5	AR C/C	M*+F: 5,7	M*+F: 17,0
Malásia [57]	Distrito Gombak (urbano)	4634	7	AR C/C	M*+F: 10,0	M*+F: 5,0

AR, Autorrefratômetro; Ret, retinoscopia; C/C, com cicloplégico; M, equivalente esférico; M*, sexo masculino; F, sexo feminino.



Figura 2.1. Prevalência das ametropias em adolescentes com 15 anos de idade (estudos RESC).

Os resultados evidenciam uma prevalência baixa de miopia nas crianças, que varia consoante as características geográficas da população [57-64]. Na China rural [58] foi encontrado um valor praticamente nulo, em contraste ao valor divulgado na área urbana da Malásia (10,0%) [57]. No geral, estes estudos indicam uma prevalência maior de hipermetropia nas crianças [57-64]. Contrariamente, nos adolescentes com 15 anos de idade a prevalência de miopia é muito superior à encontrada nas crianças, em todos os estudos RESC (figura 2.1). No distrito Shunyi, (China rural) [58], foram alcançados valores de 36,7% e 55% nos adolescentes do sexo masculino e feminino, respetivamente. A maior prevalência de miopia foi encontrada na China urbana (Guangzhou) [64], 78,4% dos adolescentes de ambos os sexos foram identificados como míopes, apenas 0,5% dos adolescentes com 15 anos de idade tinham hipermetropia. Com o avançar da idade verifica-se um decréscimo na hipermetropia, ocorrendo alterações sazonais que podem conduzir ao aparecimento e progressão de miopia, e por isso, a uma mudança no erro refrativo [57-64].

Os estudos RESC anteriormente citados mostram claramente uma grande variação na prevalência dos erros de refração, característicos nas diferentes idades e diferentes procedências geográficas das populações em estudo [6].

A prevalência das condições refrativas parecem estar a mudar para a miopização nos mais jovens e jovens adultos, especialmente aqueles submetidos a situações particulares, como as condições ambientais em que se encontra inserido e características étnicas. Isto é particularmente evidente nos países asiáticos e atualmente é uma questão importante nos países europeus [65].

Na Alemanha, Jobke *et al.* [66] constataram a partir do preenchimento de um questionário sobre o erro refrativo e a utilização de óculos, por parte dos pais e educandos, que a prevalência de miopia variou significativamente entre os quatro grupos etários, de 0% no grupo de crianças (2-6 anos de idade) a 21,0% no grupo de adolescentes (12-17 anos), sendo significativamente superior para o sexo feminino. A prevalência de hipermetropia diminuiu com a idade de 9,8% nas crianças para 3,7% na adolescência. Quanto ao aparecimento de ametropia, os autores, encontraram diferenças. A incidência de miopia manteve-se praticamente no mesmo nível até aos 9 anos de idade, aumentando a partir dos 10 anos. A idade média de aparecimento de miopia foi de $12,2 \pm 4,5$ anos nos rapazes, e $11,7 \pm 4,6$ anos nas raparigas.

Mavracanas *et al.* [67] recolheram dados sobre o estado refrativo dos estudantes gregos (15-18 anos) através de questionários específicos que revelaram uma prevalência de miopia e de astigmatismo miópico de 29%, e 7,8% respetivamente. A prevalência de miopia foi mais comum no sexo feminino (46,1%) do que no sexo masculino (29,7%). Os autores verificaram um aumento na prevalência de miopia em estudantes com os pais e irmãos míopes e uma correlação forte entre miopia e o desempenho escolar (trabalho em visão próxima excessivo, nível educacional e quociente intelectual).

Cummings [68] referiu uma prevalência de miopia de 24,4% em crianças britânicas com idades de 8-10 anos, a qual é superior ao valor obtido por Jobke *et al.* [66] em crianças alemãs com faixa etária 7-11 anos de idade (5,5%).

Com o objetivo de relatar a prevalência do estado refrativo, numa população espanhola [69], Montés-Micó, e Ferrer-Blasco usaram a retinoscopia e refração subjetiva sem o uso de cicloplégico como método de medida do erro refrativo por faixas etárias e registaram uma maior prevalência de emetropia para o grupo de crianças com 3 a 8 anos de idade, seguindo-se a hipermetropia e com uma baixa prevalência, a miopia

(60,6%, 36,9% e 2,5%, respetivamente). Os resultados obtidos na faixa etária 9-19 anos (adolescentes) apresentaram um aumento significativo da prevalência de miopia (25,7%). As crianças apresentaram um valor de M médio \pm desvio padrão (DP) de $+0,87 \pm 2,69$ D, e o grupo de adolescentes um valor de M médio menos hipermetrópico ($+0,10 \pm 2,38$ D) que diferiu significativamente do valor obtido no grupo de crianças.

Comparativamente, em Portugal, Queirós *et al.* [65] num estudo realizado entre 1999 e 2004 no norte de Portugal caracterizaram a distribuição do erro refrativo a partir da refração subjetiva não cicloplégica, por sexo e idade. Apenas os pacientes sem doença ocular, lesão ou cirurgia no momento do exame foram incluídos. Somente o olho direito de cada sujeito foi usado para análise posterior, a fim de evitar a duplicação de dados que poderiam afetar o significado dos resultados. A média \pm DP de refração obtida no grupo de crianças (4-8 anos de idade) foi de $+0,07 \pm 1,77$ D e $-0,68 \pm 0,53$ D para a esfera e cilindro respetivamente e a média \pm DP do equivalente esférico obtido foi $-0,27 \pm 1,86$ D. Relativamente aos adolescentes (9-19 anos de idade), a média de refração obtida foi de $-0,09 \pm 2,01$ D para a esfera, $-0,68 \pm 0,71$ D para o cilindro e $-0,43 \pm 2,09$ D foi a média \pm DP obtida para o equivalente esférico. Sobre a orientação do astigmatismo para a amostra total, os autores averiguaram que o astigmatismo oblíquo foi a condição menos prevalente entre os três grupos de refração. Os míopes apresentaram uma maior prevalência de astigmatismo à regra, enquanto para os hipermétropes o astigmatismo contra-a-regra foi mais prevalente, esta ocorrência para o grupo hipermetrópico pode ser explicada pela presença de maior número de idosos na amostra.

Os resultados deste estudo mostraram as primeiras estimativas publicadas na prevalência dos diferentes graus de ametropia, dentro de uma amostra representativa da população Portuguesa.

Na tabela 2.3 encontram-se as prevalências dos erros refrativos encontradas nos diferentes países da Europa [65-69], anteriormente citados.

Tabela 2.3. Prevalência das ametropias em países da Europa.

País	Amostra	Idade	Miopia		Hipermetropia		Emetropia	
			Critério (M)	%	Critério (M)	%	Critério (M)	%
Alemanha [66]	82	2-6		0		9,8		90,2
	110	7-11	$\leq -0,50D$	5,5	$\geq +0,50$	6,4	$0,25 < M < +0,25$	88,1
	186	12-17		21		3,7		75,3
Grã-Bretanha [68]	1809	8-10	-	24,4	-	0,6	-	-
Grécia [67]	1738	15-18	$< -0,25D$	29	$> +0,25D$	-	$0,25 \leq M \leq +0,25$	56,1
Espanha [69]	1311	3-8	$< -0,25D$	2,5	$> +0,25D$	36,9	$0,25 \leq M \leq +0,25$	60,6
	2112	9-19		25,7		29,4		44,9
Portugal [65]	71	4-8		M*:36,3 F:26,3		M*:15,2 F:29,0		M*:48,5 F:44,7
	588	9-19	$\leq -0,50D$	M*:33,5 F:28,3	$\geq +0,50$	M*:19,2 F:23,4	$-0,5 < M < +0,50$	M*:47,3 F:48,3

M, equivalente esférico; M*, sexo masculino; F, sexo feminino.

2.2. Alterações sazonais do crescimento do globo ocular em estudantes

As crianças e os adolescentes começam a ter maiores requisitos visuais ao longo dos anos de escolaridade levando a situações de elevada exigência visual. O aparecimento de miopia nesta faixa etária é frequente [43].

Os estudos sobre a mudança de refração em estudantes começaram a ser reportados desde o fim de 1930 [39].

Durante os anos 50 e 60, Hirsch, publicou os resultados sobre estudos longitudinais em crianças entre os 6-7 anos até aos 11-12 anos de idade (adolescentes) onde verificou a existência de uma variação linear do erro refrativo com um valor médio de $-0,07 D$ por ano (D/ano) [43]. Em 1993, Zadnik *et al.* [70] obtiveram uma progressão miópica semelhante no estudo longitudinal Orinda onde verificaram uma variação do erro refrativo médio a uma taxa de $-0,08 D/ano$.

Vários trabalhos têm fornecido evidências mais robustas das flutuações sazonais na taxa de progressão de miopia em estudantes norte-americanos [71-73]. Fulk e Cyert [71] verificaram que a progressão de miopia em 28 estudantes endofóricos em visão

próxima (VP) foi mais rápida durante os primeiros 6 meses (ao longo do período letivo), que durante a segunda fase de recolha de dados, onde estavam incluídas as férias de verão (-0,64 D/ano vs -0,29 D/ano). Ao longo de todo o estudo de 18 meses, a miopia progrediu a uma taxa de -0,57 D/ano para as crianças e adolescentes com o uso de monofocais e -0,39 D/ano no grupo usuário de bifocais. A análise de variância mostrou que a estação do ano teve um efeito significativo na progressão de miopia para os dois grupos em estudo.

Num artigo publicado em 2002 [73], a taxa de progressão de miopia em dois verões foi em média de -0,15 D, em comparação com -0,32 D ao longo de três invernos para 37 crianças e adolescentes usuários de lentes monofocais, em comparação a 34 crianças com óculos bifocais, onde as taxas de progressão média foram de -0,07 D no verão e de -0,30 D no inverno. O crescimento ocular também foi mais lento no verão, mas essa tendência, na maioria dos casos, foi estatisticamente significativa apenas para mudanças na profundidade da câmara vítrea e não para o comprimento axial (CA).

Pointer [74] publicou os resultados de um estudo longitudinal de 6 anos com 41 estudantes caucasianos entre os 6 e os 13 anos de idade. Ao longo dos seis anos verificou uma redução do valor de M de $-0,80 \pm 0,80$ D em 73,2% de toda a amostra. Aos 7 anos de idade o número de sujeitos com refração miópica ($M \leq -0,50$ D) foi de 2, aos 13 anos para o mesmo critério o número foi de 12. O incremento miópico foi de $-1,32 \pm 0,99$ D. Já o número de sujeitos considerados emétopes decresceu desde 32 na primeira visita para 22, aos 13 anos, com uma variação média M de $-0,30 \pm 0,28$ D. Considerando toda a amostra, verificou-se uma variação média na refração de $-0,54 \pm 0,82$ D (variação anual de -0,09 D/ano).

Zhao *et al.* [75] avaliaram a progressão do erro refrativo e a incidência de miopia em 4662 crianças e adolescentes em idade escolar com 5 a 13 anos, examinadas inicialmente em 1998 e reexaminadas entre setembro e novembro de 2000 no distrito Shunyi de Pequim, na China. Em 28,5 meses, a variação média de erro refrativo foi $-0,42 \pm 0,68$ D. Os autores encontraram uma estimativa média de progressão anual de -0,17 D/ano tendo constatado que este valor era relativamente mais baixo que o encontrado noutras investigações com crianças chinesas de Hong Kong e Singapura [2, 76, 77].

Foi encontrada uma progressão de -0,32 D/ano num estudo de 5 anos com 83 crianças em Hong Kong com idade inicial de 7 anos [76]. De igual forma Lam *et al.* [77] verificaram o mesmo valor de progressão miópica (-0,32 D/ano) em 2 anos de seguimento de 142 crianças e adolescentes com idade entre os 6 e 17 anos. Em Singapura foi obtida uma maior progressão de miopia (-0,87 D/ano) num estudo de 10 meses com 168 estudantes de 7 a 12 anos de idade [2]. Mais tarde em 2004, Fan *et al.* [55] estudaram a progressão de miopia ao longo de 5 anos em crianças com idade pré-escolar (2-6 anos de idade) de Hong Kong, onde verificaram uma progressão média de miopia de -1,20 D (-0,24 D/ano) e um crescimento ocular médio de 1,72 mm (0,34 mm/ano). Na fase inicial obtiveram uma refração média \pm DP de $+0,77 \pm 0,88$ D e um CA de $21,99 \pm 0,77$ mm, na fase final do estudo estes valores alteraram-se para uma refração média \pm DP míope de $-0,44 \pm 1,72$ D acompanhada de um aumento do CA para $23,69 \pm 0,92$ mm.

Num artigo publicado em 2011 os autores encontraram uma taxa de progressão miópica de -0,23 D/ano em 114 estudantes míopes com idade entre os 7 e os 13 anos de origem étnica diversa. O erro refrativo médio do grupo foi no primeiro ano de $-2,45 \pm 0,95$ D aumentando para $-4,77 \pm 1,85$ D no 10º ano de avaliação. A foria em visão próxima (fvp) também foi obtida, os autores concluíram que, a endoforia foi em média de 2,4 dioptrias prismáticas (Δ) no primeiro ano, tornando-se exofórica (4 DP) ao fim de 10 anos de estudo [78].

Em 2010, Shih *et al.* [5] estudaram a progressão de miopia por grupos de idade, sexo e zona de residência do Taiwan e verificaram que a progressão miópica foi superior nos adolescentes das áreas urbanas em comparação com a área rural. A taxa de progressão de miopia nas áreas urbanas do ensino secundário (idades 10 a 15 anos) foi de -0,45 D/ano para o sexo masculino e -0,49 D/ano para o sexo feminino, mais rápida do que a verificada em estudantes com 11 a 15 anos de idade da zona rural (-0,24 e -0,31 D/ano para o sexo masculino e feminino respetivamente).

Mais recentemente Donovan *et al.* [39] caracterizaram a variação sazonal da progressão de miopia em dois ensaios clínicos com 85 estudantes chineses míopes de idades entre os 6 e 12 anos que faziam uso de óculos monofocais. O grupo A era constituído por 37 alunos que começaram a avaliação em Novembro de 2007 e o grupo

B por 48 crianças e adolescentes que começaram a avaliação em Agosto de 2009. O estudo teve 1 ano de duração. O erro refrativo e CA foram obtidos em intervalos de 6 meses. As taxas de progressão para o olho direito foram definidas para os primeiros e segundos 6 meses de estudo e classificadas em termos de "verão", "outono", "inverno", ou "primavera", baseado no ponto médio do período de 6 meses entre as visitas. A média \pm DP do equivalente esférico para a progressão de miopia foi de $-0,31 \pm 0,25$ D para o verão, $-0,40 \pm 0,27$ D para o outono, $-0,53 \pm 0,29$ D para o inverno, e $-0,42 \pm 0,20$ D para a primavera. A média \pm DP do alongamento axial foi de $0,17 \pm 0,10$ mm para o verão, $0,24 \pm 0,09$ mm para o outono, $0,24 \pm 0,09$ mm para o inverno, e $0,15 \pm 0,08$ mm para a primavera. A progressão miópica nos meses de verão foi de aproximadamente 60% da observada no inverno, e o alongamento axial também foi significativamente menor no verão. Combinando os dois grupos, a média de progressão miópica no verão foi significativamente menor do que nos meses de inverno. Não existiram diferenças significativas no alongamento do CA em ambos os grupos nas duas fases de avaliação. Apesar de não haver diferença na mudança do equivalente esférico médio durante o outono e a primavera, houve uma diferença significativa no alongamento axial para o outono em comparação com a primavera.

Uma investigação [40] realizada no Japão estudou as variações sazonais em 92 estudantes japoneses míopes com média \pm DP de idade de $11,4 \pm 1,7$ anos. Os autores concluíram que a progressão de miopia não diminuiu no verão. Embora o alongamento axial tenha diminuído ligeiramente no verão, a progressão de miopia pareceu ser bastante estável ao longo do ano, e por isso, não foi significativamente influenciada pela estação. Depois de ajustar os grupos de estudo (tipo de óculos monofocais ou progressivos), anos e idade no início do estudo, a média \pm DP de progressão miópica foi de $-0,35 \pm 0,04$ D para o verão, $-0,28 \pm 0,06$ D para o inverno e $-0,38 \pm 0,04$ D para as outras estações. Em contraste, o alongamento axial foi significativamente influenciado pela época do ano, os valores médios \pm DP obtidos foram de $0,137 \pm 0,010$ mm para o verão, $0,170 \pm 0,013$ mm para o inverno e $0,163 \pm 0,008$ mm para o outono e primavera. Durante o período de acompanhamento de 18 meses, verificou-se uma média \pm DP de progressão de miopia de $-0,98 \pm 0,51$ D e uma média \pm DP de alongamento axial de $0,43 \pm 0,19$ mm.

Na tabela 2.4. encontram-se sintetizados alguns dos recentes estudos [5, 39, 40] acima referenciados com os valores médios de progressão miópica e alongamento axial por sexo, idade, ano e estação do ano.

Tabela 2.4. Síntese de estudos recentes sobre a progressão miópica e alongamento axial.

Autor (ano)	Método	Zona de residência Estação do ano	Progressão miópica	Alongamento axial
Shih <i>et al.</i> [5] (2010)	AR C/C	Rural (11-15 anos) Urbano (10-15 anos)	M*: -0,24 D / ano F: -0,31 D / ano M*: -0,45 D / ano F: -0,49 D / ano	-
Donovan <i>et al.</i> [39] (2012)	AR C/C e IOL Master	Verão Outono Inverno Primavera	-0,31 ± 0,25 D -0,40 ± 0,27 D -0,53 ± 0,29 D -0,42 ± 0,20 D	0,17 ± 0,10 mm 0,24 ± 0,09 mm 0,24 ± 0,09 mm 0,15 ± 0,08 mm
Fujiwara <i>et al.</i> [40] (2012)	AR S/C e IOL Master	Verão Outono Inverno Primavera	-0,35 ± 0,04 D -0,38 ± 0,04 D -0,28 ± 0,06 D -0,38 ± 0,04 D	0,137 ± 0,010 mm 0,163 ± 0,008 mm 0,170 ± 0,013 mm 0,163 ± 0,008 mm

AR, Autorrefratômetro; Ret, retinoscopia; C/C, com cicloplégico; S/C, sem cicloplégico; M*, sexo masculino; F, sexo feminino.

2.3. Diferenças geográficas e étnicas na Prevalência de Miopia

A prevalência de miopia varia entre as populações de diferentes regiões e etnias [22]. É a causa mais comum de deficiência visual em todo o mundo, em especial na Ásia Oriental, onde cerca de 70-80% dos adolescentes que vivem num meio urbano são afetados [4, 79]. Nas sociedades industrializadas do Ocidente as indicações são de que a prevalência de miopia está a aproximar-se de 10-25% nos adolescentes [46]. Distintamente nas ilhas do Pacífico [12, 80-84] que são regiões predominantemente agrícolas, a prevalência de miopia aparentemente toma valores muito baixos [85]. Na ilha de Vanuatu, de 788 crianças e adolescentes melanésios (6-19 anos de idade) apenas 2,9% foram encontrados como míopes ($M \leq -0,5$ D) [12, 86].

As diferenças encontradas em cada país são majoritariamente dependentes do meio onde a população reside [43]. Investigações sobre populações com origens genéticas muito semelhantes que crescem em ambientes diferentes na Índia, no Nepal e na China têm mostrado que aqueles que crescem em ambientes rurais têm uma menor prevalência de miopia [4, 85]. No Nepal [60, 87], a prevalência de miopia definida pelo $M \leq -0,50$ D em adolescentes com 12 anos de idade a viverem na área urbana foi superior (16,5%) à encontrada nos adolescentes (11-13 anos) residentes na zona rural (2%). O mesmo se verifica para os adolescentes com 15 anos de idade na Índia urbana (10,8%) em contraste com os que vivem num meio rural (6,7%) [59, 61].

2.3.1. Estudos sobre a prevalência de miopia no Leste da Ásia

Lin *et al* [88, 89] observaram um aumento de cerca de 20,0% na prevalência de miopia ($M \leq -0,25$ D) em 10889 adolescentes chineses da ilha Formosa de Taiwan com faixa etária de 12 anos de idade passando de 39,1% no ano de 1990 para 60,7% em 2000. Mais de 80% dos adolescentes do Taiwan que concluem o ensino secundário são míopes aproximando-se dos 20% na categoria de miopia alta ($M \leq -6,00$ D) [85].

Nos anos de 1960 e 1970, foram caracterizados como míopes apenas 20-30% ou 40-50% dos rapazes de Singapura (15-25 anos de idade escolar), dependendo do ponto de corte para a acuidade visual [85, 90]. Num estudo mais recente [91] o erro refrativo miópico ($M \leq -0,50$ D) foi verificado em aproximadamente 80% de 15095 recrutas militares (16-25 anos de idade) de Singapura que terminaram a escola, aproximando-se de 15% na categoria de miopia alta ($M \leq -6,00$ D). Estes dados fornecem fortes evidências de um rápido aumento na prevalência de miopia até a idade de deixar a escola, que fica em certa medida estabilizada [85]. Em 2004 Quek *et al.* [92] observaram uma prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) de 73,9% em 946 estudantes (15-19 anos de idade) de Singapura.

Na China, a prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) em adolescentes com 15 e 13 anos de idade de cidades como Guangzhou (78,4%) [64] e Hong Kong (83%) [56] é elevada, em comparação aos valores reportados nas áreas urbanas de Singapura e do Taiwan [85].

Uma investigação indica que a prevalência de miopia pode ter aumentado cerca de 25% em estudantes com 13-15 anos de idade desde 1991 em Hong Kong [56, 85].

No Japão [93], a prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) aumentou de 49,3% para 65,6%, durante um período de 13 anos numa população de estudantes com 17 anos de idade. Esta evidência revela um padrão semelhante ao observado para Taiwan [85].

O primeiro estudo sobre a prevalência de miopia no Vietnã foi realizado em 1964, utilizando a refração não cicloplégica. A taxa de prevalência reportada para os estudantes com 6-17 anos de idade foi de 5,2% para alunos de áreas urbanas e 1,0% nas áreas rurais. Em 1999, este valor havia aumentado para 32% em alunos de Hanói e 11,8% em áreas rurais. Recentemente, a prevalência de miopia ($\leq -0,50$ D) em adolescentes com 12-13 anos de idade de áreas urbanas e rurais da província foi estimada em 26,3% e 8,8% respetivamente [85].

Existem estudos sobre a prevalência de miopia em populações que são originárias do nordeste da Ásia resultantes de migrações [85]. A prevalência de miopia em populações ameríndias no Canadá [85, 94, 95] sugere que todos os povos nativos do continente americano mostram uma sensibilidade às exposições ambientais. A contribuição genética dominante para as populações mexicanas modernas vem de populações ameríndias, com alguma mistura de origem europeia e africana [96]. Villarreal *et al.* [97] encontraram uma prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) de 44% em 1035 adolescentes com 12-13 anos de idade num ambiente urbano do México. Em Santiago, no Chile [62, 85] a prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) em adolescentes com 12 anos de idade é mais baixa (10,0%), sendo possível que a contribuição genética europeia possa ser maior nesta região da América do Sul. No mesmo continente a prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) analogamente baixa (6,05%) foi encontrada no Brasil [98] para os adolescentes com 14 anos de idade.

2.3.2. Estudos sobre a prevalência de miopia em populações indianas

A prevalência de miopia na Índia é muito baixa em comparação com a verificada no leste da Ásia [59, 61, 99, 100]. Estudos detalhados sobre a prevalência de miopia nas populações indígenas em Singapura [91, 101] mostram um valor muito superior relativamente aos valores encontrados na Índia.

Wu *et al.* [91] encontraram uma prevalência de miopia ($M < -0,50$ D) de 68,7% em 447 adolescentes e jovens adultos indianos (16-25 anos de idade) a viverem em Singapura, este valor é bastante superior ao encontrado por Murthy *et al.* [59] em adolescentes (15 anos de idade) na Índia urbana (10,8%), com o critério $M \leq -0,50$ D. Os autores justificam estes dados através do ensino, pois, independentemente da raça, os estudantes em Singapura estão expostos a um sistema de ensino competitivo semelhante, que pode contribuir para as altas taxas de prevalência de miopia nas três etnias diferentes (chineses, índios e malaaios). Este facto sugere que existem fortes efeitos de viver em ambientes urbanos do leste asiático sobre a prevalência de miopia [85]. A população indiana é geralmente considerada como caucasiana na sua origem genética, deste modo, a localização geográfica asiática da Índia não deve ser confundida com afinidades à população do leste Asiático, pois a análise genética indica que os índios não estão íntima e geneticamente relacionados com os asiáticos [85].

2.3.3. Estudos sobre a prevalência de miopia em populações africanas

Os dados sobre a prevalência de miopia em África são limitados [63, 102, 103], no geral sugerem que a prevalência de miopia é baixa nestas regiões. Naidoo *et al.* [63] divulgaram uma prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) de 4,4% em adolescentes com 12 anos de idade. A prevalência de miopia encontrada pode ser diferente em áreas rurais e urbanas de África [104], assim como aqueles que possuem um maior nível educacional têm uma maior prevalência de miopia [103].

2.3.4. Estudos sobre a prevalência de miopia em populações caucasianas

Existe alguma informação sobre miopia em crianças com idade escolar nas populações amplamente Europeias na América do Norte [85]. Resultados de Orinda Study onde 99% da amostra era de origem caucasiana na primeira fase do estudo, sugerem que ao longo de um período de 40 anos, 1953-1993, a prevalência de miopia em crianças com idade escolar praticamente duplicou [105]. Este aumento tem sido atribuído a uma proporção crescente da população de origem asiática, contudo, os dados sobre a população para apoiar esta conclusão não foram facultados [85].

Num estudo [51] com 1045 estudantes suecos (12-13 anos de idade), encontraram uma prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) de 49,7% (incluindo apenas o olho direito). Um aumento contínuo na prevalência de miopia seria esperado para além desta faixa etária, e por isso, a prevalência será significativamente maior, com o avanço da idade, atingindo níveis que seriam normalmente associados com a Ásia oriental, o que fornece uma forte evidência de uma maior prevalência de miopia numa população com características genéticas da população europeia [85]. Isto é consistente com a prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) mais elevada do que o previsto numa população de 1248 jovens adultos na Noruega (35,0%) [106].

Na Austrália [85, 107], as tendências observadas apoiam a ideia de que a prevalência de miopia tem vindo a aumentar, embora as alterações sejam de muito menor magnitude do que no leste Asiático.

Numa população de 2353 adolescentes com idade escolar (12 anos) a prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) reportada foi bastante baixa (11,9%) [54] em comparação com os dados da América do Norte (20,0%) [105] e da Europa (39,0%) [51] este facto aponta para um impacto considerável de fatores ambientais e possivelmente para diferenças genéticas [85].

Na Grécia e na Bulgária [108], foram escolhidas quatro escolas do centro da cidade da Grécia e duas escolas do centro da cidade da Bulgária. A avaliação aos estudantes com 10 a 15 anos de idade (588 gregos e 310 búlgaros) foi realizada através da autorrefração não cicloplégica sendo a prevalência de miopia ($M \leq -0,75$ D) de 37,2% e 13,5% para os estudantes da Grécia e da Bulgária respetivamente. Por género as raparigas tiveram em ambos os países maior prevalência de miopia quando comparadas com o sexo masculino.

Em Portugal, Queirós *et al.* [65] encontraram uma prevalência de miopia nos adolescentes com 9 a 19 anos de idade de 33,5% para o sexo masculino e 28,3% para o sexo feminino.

Substancialmente, a prevalência de miopia na população europeia parece ter sido geralmente baixa no início do século 20, com um aumento crescente e elevado ocorrendo primeiro e particularmente nos Estados Unidos (América do Norte) e na Europa, e, aparentemente, mais tarde com valores mais baixos, na Austrália, sendo encontradas prevalências altas na população altamente educada [85].

2.3.5. Estudos com diferentes etnias sobre a prevalência de miopia

São vários os estudos que dentro da mesma investigação tentam separar a amostra por grupos étnicos, para perceber se de facto as diferentes etnias tendem a ser correlacionadas a diferentes prevalências nos erros refrativos. Nem sempre a etnia coincide com a procedência geográfica, no entanto, de uma forma geral relacionam-se mutuamente.

Em 1949, Crawford e Hammar [12, 109], examinaram mais de 100000 crianças em idade escolar, no Havai, e encontraram diferenças raciais e étnicas que afetam a prevalência e incidência dos distúrbios refrativos. Na investigação foram representados dez grupos raciais e étnicos diferentes: Japonês (41,684), Parcial Havaiano (20,375), Filipino (9,732), Português (6,562), Chinês (5,621), Caucasiano (5,353), Havaiano (2,758), Porto Riquenho (1,764), Coreano (1,036) e Espanhol (193). Os autores averiguaram que as crianças chinesas apresentavam um maior predomínio de miopia (17%), seguido pelos coreanos (13%), japoneses (12%) e caucasianos (12%). Uma menor prevalência foi encontrada para os outros grupos na seguinte ordem decrescente: espanhóis, portugueses, filipinos, porto-riquenhos, parcialmente havaianos e havaianos.

Em Singapura Wu *et al.* [91] observaram diferenças na prevalência de miopia entre diferentes raças, em 15086 recrutas militares (idades entre os 16-25 anos). A prevalência de miopia ($M < -0,50$ D), obtida por autorrefração não cicloplégica foi maior no grupo étnico chinês (82,3%), seguindo-se pelos índios (68,7%) e malaios (65,0%).

Ip *et al.* [54] num estudo realizado na Austrália, com o intuito de examinar a prevalência do erro refrativo e a distribuição dos parâmetros biométricos entre os principais grupos étnicos numa amostra de 2353 adolescentes com 11-15 anos de idade, concluíram que a prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) foi inferior para a raça caucasiana da Europa (4,6%), seguida do Médio Oriente (6,1%). A maior prevalência foi encontrada para os adolescentes provenientes do leste asiático (39,5%) e sul da Ásia (31,5%).

Uma investigação [110] também realizada na Austrália, com o objetivo de estudar a associação entre a miopia e o efeito da urbanização em 2367 adolescentes europeus (raça caucasiana) e asiáticos com 12 anos de idade, conduziu a valores superiores na prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) nos dois grupos étnicos residentes nas áreas urbanas (raça branca 8,4% e asiática 55,1%) do centro da cidade de Sidney (maior

densidade populacional), em comparação com as áreas suburbanas exteriores à cidade (1,9% e 29,2% para a raça branca e raça asiática respetivamente). Estes dados fornecem evidências que suportam a hipótese de que certas características do ambiente urbano podem influenciar o desenvolvimento de miopia [4, 110].

Com o objetivo de verificar diferenças étnicas no estado refrativo e biometria ocular numa amostra multiétnica das crianças britânicas (estudo CHASE), Rudnicka *et al.* [111] durante o ano de 2006 a 2008, analisaram 1179 estudantes com 10-11 anos de idade pertencentes ao sul asiático, de raça negra (africano-caribenhos) e europeus de origem étnica branca. Concluíram que, entre as crianças britânicas expostas ao mesmo ambiente escolar, a etnia sul asiática registou a maior prevalência de miopia (25,2%), seguida pelos africanos caribenhos (10,0%), em relação aos europeus (3,4%).

Logan *et al.* [112] no estudo Aston eye student (AES), publicado em 2011, com uma amostra multirracial da área metropolitana de Birmingham, Inglaterra, observaram uma diferença na prevalência de miopia ($M \leq -0,50$ D) para os distintos grupos étnicos dos 269 adolescentes (115 brancos europeus, 114 asiáticos e 44 de raça negra) com faixa etária 12-13 anos de idade e encontraram valores superiores para os asiáticos (36,8%) e para a raça negra (27,5%) em comparação com o grupo de raça branca (18,6%).

Em desacordo com Rudnicka *et al.* [111] e Logan *et al.* [112], um estudo mais antigo, o National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES [12, 113]), constatou uma prevalência de miopia superior nos adolescentes (12-17 anos de idade) de raça branca: 25,8% no olho direito (OD) e 25,6% no olho esquerdo (OE) comparativamente à raça negra (12,0% no OD e 11,4% no OE) na mesma faixa etária.

Em síntese, a prevalência de miopia é superior em crianças e adolescentes asiáticos comparativamente aos outros grupos étnicos [4]. A maioria dos estudos tem demonstrado uma clara diferença entre o meio urbano e rural na prevalência de miopia [58, 59, 61, 64]. No entanto, existem evidências que revelam uma prevalência alta de miopia na zona rural do Sul da China [58]. Tal facto pode estar associado ao rápido desenvolvimento económico e ao alto grau de escolaridade nesta região [4].

2.4. Fatores associados ao aparecimento e progressão de miopia

Nesta abordagem será realizada uma sinopse focada em alguns fatores e condições que têm sido examinadas e relatadas pela comunidade científica ao longo do tempo como causas propensas para o aparecimento e desenvolvimento do erro refrativo mais comum em todo mundo, a miopia. Serão apresentadas convicções a favor e contra as matérias defendidas pelos autores sempre que o mesmo seja apropriado.

Os temas selecionados serão abordados no decorrer da tese, daí uma preferência por focar certos fatores e preditores de risco, que confeccionam parte deste estudo.

A distribuição dos erros refrativos está associada à idade, neste caso existe uma maior importância para a idade pré-escolar e escolar, ao género e às diferenças encontradas para a localização geográfica e étnica mencionadas anteriormente nos tópicos 2.1, 2.2 e 2.3, mas também a distintos fatores como é o caso dos parâmetros de nascimento (duração gestacional, peso à nascença, e mês de nascimento), história familiar de miopia, atividades no interior/exterior, fatores ligados à educação (quociente intelectual), ao estatuto socioeconómico, aos ciclos de luz e escuridão, alimentação, e doenças sistémicas ou oculares. Estas condições isoladas ou combinadas podem influenciar e conduzir ao desenvolvimento das ametropias.

Os fatores ligados ao sistema visual que são considerados por vários autores como condicionantes das alterações no erro refrativo central serão de igual forma enunciados como, a refração periférica, rácio CA/RC e estado fórico em visão próxima.

2.4.1. Fator idade e género

O fator idade tem sido indicado como um dos principais condicionantes da distribuição do erro refrativo [43]. Dados epidemiológicos mostram que o desenvolvimento do erro refrativo é um processo dinâmico em que as mudanças na refração ocorrem ao longo da vida [6]. Aos 5 anos de idade, a maioria das crianças são consideradas emétopes [85, 114, 115] como resultado do processo de emetropização, em que o crescimento do olho é regulado por um mecanismo de feedback visual [6].

Durante os anos escolares, a distribuição do erro refrativo muda gradualmente para mais miopia com o aumento da idade até início da idade adulta [6]. Embora a taxa de mudança varie entre as populações e etnias, a incidência de miopia aumenta progressivamente a partir dos anos de pré-escola e geralmente atinge o seu auge por volta dos 9-12 anos de idade [55, 75, 76, 105].

Também o gênero tem sido associado a diferenças encontradas na prevalência dos erros refrativos. Esta desigualdade refrativa verificada entre o sexo feminino e masculino pode estar associada à puberdade, que é alcançada mais cedo nas raparigas [7]. De acordo com alguns estudos, existe uma associação e fator de risco para a população do sexo feminino e a miopia correlacionada com o avançar da idade na Austrália [50, 54], Ásia [55, 57, 58, 64, 116], zona rural da Índia [61] e na população caucasiana [52, 65, 66]. No entanto, não foram encontradas diferenças entre o sexo feminino e masculino, nos estudos de crianças e adolescentes das áreas urbanas da Índia [59], de África do Sul [63], Chile [62], e Nepal [60].

Em 2012 [7] verificou-se que, em ambos os sexos, existe uma associação entre o pico de crescimento característico da puberdade e o início ou progressão de miopia. Hyman, L., *et al.* [117] constataram que em média a taxa de progressão de miopia nos rapazes é mais lenta do que nas raparigas. Contudo, não existe unanimidade entre investigações quanto à influência do sexo na distribuição do erro refrativo [43].

2.4.2. Parâmetros de nascimento

Os fatores ambientais intrauterinos, como a infecção ou doença materna podem influenciar o desenvolvimento fetal como as estruturas oculares e alterar os mecanismos emetropizadores, isto é, se houver fraco desenvolvimento embrionário pode haver deficiências nos produtos químicos envolvidos nos mecanismos de sinalização da retina, o que conduz a uma alteração no crescimento do olho, por isso o crescimento crítico e a maturação do olho durante o período da primeira infância podem estar ligados ao desenvolvimento do olho no útero [9].

Fielder *et al.* [118] em 1986 verificou que a temperatura ocular dos recém-nascidos prematuros é inferior à dos nascidos a termo, e que esse fator pode ser condicionante para o aparecimento de miopia.

Existe uma tendência para o desenvolvimento de miopia em crianças que nasceram prematuras, e uma das complicações de um parto prematuro é a retinopatia de prematuridade [8, 119]. Num estudo realizado em Israel [8], 155 recém-nascidos prematuros com peso entre 600-2000 g foram acompanhados durante o ano de 1974 a 1980 para avaliar a presença de retinopatia de prematuridade (RP) e a existência de miopia. Os autores concluíram que 50% das crianças prematuras que apresentavam RP eram míopes, enquanto 16% de prematuros míopes foram encontrados como não tendo RP. O grau de miopia nos olhos que possuíam RP foi superior e estatisticamente significativo em comparação aos olhos sem RP.

Seang-Mei Saw e Sek-Jin Chew [119], num artigo publicado em 1997, concluíram uma não relação entre a prematuridade ou o baixo peso ao nascer e a presença de astigmatismo ou miopia em 527 crianças de 2-7 anos de idade de Singapura nascidas sem RP. A proporção de miopia e astigmatismo entre os dois grupos de crianças (baixo peso versus peso normal e nascimento prematuro versus fim da gestação) em estudo não foram significativamente diferentes.

A partir do estudo Singapore Cohort Study of the Risk Factors for Myopia (SCORM) [9], os autores mostraram que, após ajuste para idade, sexo, escola, altura, miopia parental, e idade gestacional que as crianças chinesas (1413 crianças) com idades entre os 7-9 anos com peso ao nascer $\geq 4,0$ kg tiveram maior CA (média ajustada 23,65 mm) em comparação ao CA (23,16 mm) das crianças com um peso de nascimento $< 2,5$ kg. A análise multivariada para o CA mostrou que, para cada incremento de 1 kg no peso ao nascer, 1 cm na circunferência da cabeça, 1 cm no comprimento e cada aumento na idade gestacional (até 46 semanas), o CA foi maior em 0,25 mm, 0,05 mm, 0,02 mm e 0,04 mm, respetivamente.

Em Sydney, Ojaimi *et al.* [120], na investigação Sydney Myopia Study (SMS) analisaram os parâmetros de nascimento que foram obtidos a partir do registo pessoal de saúde hospitalar de uma amostra de 1765 crianças com 6 anos de idade com exclusão

dos prematuros (idade gestacional ≤ 36 semanas). Os autores verificaram uma associação entre os parâmetros biométricos do olho e os parâmetros de natalidade. Para as crianças com um peso de nascimento < 2500 g a média do CA e do RC obtidas foram 22,46 mm e 7,70 mm, respectivamente. Em comparação as crianças que nasceram com um peso ≥ 4000 g a média do CA obtida foi de 22,80 mm e a média do raio de curvatura foi de 7,85 mm. O CA, e o raio corneal aumentaram linearmente com o aumento do peso, do comprimento e perímetro cefálico ao nascer. Não foi apontada uma associação entre profundidade da câmara anterior, equivalente esférico e astigmatismo com os parâmetros de nascimento.

2.4.2.1 Mês de nascimento

O mecanismo de associação exata entre miopia e mês de nascimento não é conhecido, mas pode estar relacionado com a exposição à luz natural durante o período perinatal precoce, pois a prevalência de miopia aumenta com o prolongamento do fotoperíodo perinatal [10]. Mandel *et al.* [10] verificaram uma variação sazonal para a miopia moderada e severa, de acordo com o mês de nascimento. Os autores concluíram que os 276911 adolescentes e jovens adultos (16-22 anos de idade) de Israel nascidos nos meses de verão (Junho e Julho) apresentavam uma maior prevalência de miopia em comparação com os nascidos nos meses de inverno (Dezembro e Janeiro). A prevalência de miopia moderada e severa aumentava com o aumento do fotoperíodo (número de horas do brilho solar), mas a miopia leve não foi associada com a estação de nascimento ou com o fotoperíodo perinatal.

Num estudo com 74459 sujeitos com idades entre os 18-100 anos do Reino Unido [121], a miopia severa também foi significativamente associada ao nascimento durante o verão (fotoperíodo mais longo) mas não foi encontrada associação entre fotoperíodo pós-natal e a prevalência de miopia na idade adulta. Os sujeitos nascidos no verão ou no outono foram encontrados como sendo mais propensos a terem miopia alta (risco de 16%) em comparação com os nascidos no inverno. A estação de nascimento não foi um fator de risco significativo para a miopia baixa ou moderada.

As variações sazonais no fotoperíodo são particularmente extremas no círculo polar Ártico [122]. Contudo, num estudo com 3524 recrutas militares finlandeses (idade entre os 17-30 anos), Vannas *et al.* [123], não encontraram associação entre a prevalência de miopia e o mês de nascimento. No entanto, relataram uma tendência para uma maior prevalência de miopia entre os recrutas que vivem acima do Círculo Polar Ártico, o que é consistente com a hipótese de que a iluminação do ambiente pode influenciar o desenvolvimento da refração.

A época de nascimento, é um fator inespecífico cujo efeito, aparentemente, pode ser mediado e confundido por vários outros fatores, incluindo o fotoperíodo perinatal, variações sazonais na gravidez, complicações no parto, tempo, agentes infecciosos e características familiares [10].

2.4.3. História familiar de miopia

A miopia parental tem sido atribuída a uma combinação de fatores genéticos e ambientais [27, 124] e associada a uma maior probabilidade na infância e adolescência, tanto na raça Europeia (caucasiana) [27, 125] como no Leste Asiático [126, 127].

Os pais que têm miopia tendem a ter crianças com miopia. A prevalência em crianças com dois progenitores míopes é de 30% a 40%, diminuindo para 20% a 25% em crianças com um dos pais míope e menos de 10% em crianças sem nenhum dos pais míope [27].

O papel da hereditariedade é tido como mais importante nas pessoas com maiores graus de miopia. Num estudo com 258 pacientes míopes, a percentagem de pais com miopia foi de 15% para aqueles com miopia inferior a 1,00 D e 55% para os pacientes com miopia de mais de 7,00 D [12].

A partir da investigação SMS [11], os autores verificaram que a miopia parental foi significativamente associada à refração e CA em 2353 adolescentes (60% Europeus caucasianos e 15% da Ásia oriental). A prevalência de miopia aumentou com o número de pais míopes, 7,6%, 14,9% e 43,6% para filhos sem nenhum pai míope, com um deles míope e com os dois pais míopes, respetivamente. Com um dos pais míopes os

adolescentes tinham cerca de 2 vezes maior risco de desenvolver miopia e com os dois pais míopes, o risco era aproximadamente 8 vezes maior em comparação com aqueles sem história de miopia parental, após ajuste de idade, sexo, trabalho de perto, atividades ao ar livre e etnia. As interações entre miopia parental e etnia foram significantes para o M (em ambas as etnias) e CA (etnia asiática), refletindo-se numa diminuição do M e aumento do CA com o aumento do número de pais míopes, em relevo na amostra de etnia asiática. A mesma conclusão já havia sido encontrada num estudo pioneiro, The Orinda longitudinal Study of Myopia (OLSM) [128] com uma amostra de raça predominantemente caucasiana entre os 6 a 14 anos de idade. Foi encontrado um CA mais longo nos pré-míopes com os dois pais míopes, sugerindo que o tamanho dos olhos pré-míopes foi influenciado pela miopia parental. Além disso, a amostra com os dois pais míopes desenvolveu miopia com mais frequência (11%) do que as crianças ou adolescentes com um pai míope (5%) ou sem pais míopes (2%).

Em Singapura, o estudo SCORM [13] analisou 1453 crianças chinesas em idade escolar com faixa etária de 7 a 9 anos de idade. Os autores verificaram que nas crianças tendo um pai míope o CA aumentou 0,14 mm e com os dois pais míopes o CA aumentou 0,32 mm em comparação com nenhum pai míope após ajuste para idade, sexo, livros lidos por semana, escola e altura. Da mesma forma, depois de controlar as mesmas variáveis ter um pai míope reduziu o M para 0,39 D e com os dois pais míopes reduziu o valor médio do equivalente esférico do erro refrativo para 0,74 D, sendo a refração mais negativa em 0,8 D em comparação com as crianças sem os pais míopes.

Wu e Edwards [129] avaliaram a prevalência de miopia em três gerações de chineses (filhos, pais e avós), com a intenção de fazer distinção entre os fatores genéticos e ambientais. Os autores concluíram que a prevalência de miopia foi maior nos sujeitos da terceira geração (filhos) 26,2% contra 20,8% da segunda geração (pais) e 5,8% da primeira geração (avós), a influência do fator hereditariedade diminuiu, quando comparado com o da geração anterior. A probabilidade de possuírem miopia foi 6 vezes maior na terceira geração (filhos) comparando com a primeira geração (avós). O aumento da prevalência de miopia na terceira geração (7-17 anos de idade) muito provavelmente ocorreu devido a fatores ambientais (desenvolvimento industrial e

sociocultural, aumento das tarefas de perto, redução do tempo passado ao ar livre) que ativam o aparecimento e desenvolvimento de miopia, do que devido à hereditariedade.

Outros estudos levantam as suas dúvidas e factos contra a teoria da hereditariedade miópica. Uma investigação em Hong Kong [130] ao longo de 5 anos realizada em 123 crianças chinesas mostrou a falta de associação entre o estado de miopia parental, M e CA das crianças. De igual forma, Fan *et al.* [131] analisaram 514 crianças chinesas com idades entre 2 e 6 anos, e não encontraram associação entre estado de miopia parental e mais tempo em trabalho de perto com erro de refração míope e CA mais longo.

Poucos estudos têm relatado correlações entre irmãos e o erro refrativo[15]. Num artigo publicado em 2007, Guggenheim *et al.* [15] avaliaram a contribuição de fatores familiares (genes compartilhados e/ou ambiente familiar compartilhado) ao erro de refração e às dimensões dos componentes oculares das crianças em idade escolar de Singapura, partindo do estudo SCORM. A amostra formada por 159 pares de irmãos, excluindo os gémeos, demonstrou uma forte correlação entre irmãos para todas as características investigadas após o ajuste para idade e sexo. O erro refrativo, curvatura da córnea, e profundidade da câmara vítrea foram as características grandemente correlacionadas, sugerindo que os fatores familiares são determinantes e importantes para essas características. As taxas de progressão de refração também foram altamente correlacionadas entre irmãos, isto pode ser devido à suscetibilidade genética semelhante, idênticos comportamentos de vida, ou uma combinação dos dois. As correlações entre irmãos são significativamente maiores do que as calculadas entre pais e filhos, neste caso verifica-se uma diminuição na correlação pai-filho quando existem mudanças rápidas no ambiente [85]. No entanto, o estudo de Framingham Offspring Eye (1996) relatou que quanto maior a diferença de idade entre os irmãos, menor a correlação de erros de refração, com uma diferença de 15 anos, praticamente eliminando o risco aumentado de miopia associada a ter um irmão míope. A interpretação deste resultado é complexa, uma vez que os erros refrativos variam ao longo da vida [85].

Estudos com gémeos fornecem evidências que apoiam a heritabilidade de miopia [12], no entanto, tendem a subestimar a importância dos fatores ambientais, pois o intervalo de variação ambiental entre gémeos dentro de pares é provável que seja muito mais limitado do que a gama de variações entre indivíduos e famílias presentes na sociedade como um todo [85]. Investigações sobre o impacto dos comportamentos discordantes em gémeos são contraditórias. Jancke e Holste concluíram que diferentes hábitos de estudo entre gémeos tiveram pouco efeito sobre as correlações entre hereditariedade e refração [85], enquanto Chen *et al.* [16] averiguaram que os hábitos de leitura discordantes entre gémeos reduziram significativamente as correlações dos erros de refração em ambos os tipos de gémeos (monozigóticos e dizigóticos), embora os gémeos monozigóticos foram sempre mais semelhantes nos seus hábitos do que os dizigóticos. Houve uma maior concordância de miopia para os gémeos com taxas no trabalho de perto iguais (92,2%) em comparação com aqueles que tinham discordantes hábitos de trabalho em visão próxima (79,3%) num estudo de pares de gémeos monozigóticos chineses [12]. Foram obtidos resultados semelhantes em investigações no Reino Unido, Finlândia, Taiwan e Xangai, onde as taxas de concordância de refração miópica eram mais altas para os gémeos monozigóticos do que nos gémeos dizigóticos [12]. Também Lyhne *et al.* [132] descobriram que os gémeos dizigóticos foram mais discordantes entre si do que os gémeos monozigóticos, encontrando evidências de interações gene-ambiente. A interação gene-ambiente para a miopia ainda é inconclusiva [4]. O estudo SCORM [13] encontra uma interação entre miopia parental e trabalho em visão próxima. No entanto, tanto o estudo OLSM [128] e o estudo SMS [11] encontraram uma proteção para a miopia através das atividades ao ar livre, mas o risco diminuiu de forma idêntica tanto para crianças com pais míopes como para as crianças sem pais míopes, indicando uma não interação entre as atividades ao ar livre e a miopia parental. Desde que os pais míopes criem ambientes miopiogénicos para os seus filhos (educação mais intensiva, menos tempo ao ar livre), a interação observada entre a miopia dos pais e trabalho em visão próxima pode não representar a interação gene-ambiente [4].

Segundo Mak *et al* [133], o fenótipo de miopia encontra-se num estado de latência que só aparece por ação de fenómenos ambientais, esta teoria esclarece a razão

da pandemia de miopia que se desenvolve com mais frequência nas sociedades mais desenvolvidas e/ou com maiores exigências de estudo, que a hereditariedade por si não consegue explicar. Atualmente a teoria mais aceita é de que a predisposição genética é influenciada pelos estímulos ambientais no sentido de moldar o desenvolvimento do sistema visual [30].

A maioria das evidências em miopia escolar, que é em grande parte baseada em correlações intrafamiliares no estado refrativo, potencialmente confundem ambientes compartilhados com genes compartilhados. Existem indícios que mostram que o aumento da variação ambiental reduz as correlações entre pais e filhos, entre irmãos e gêmeos, consequentemente, reduz também as estimativas de hereditariedade. Deste modo, os altos valores de heritabilidade reportados a partir de estudos com gêmeos não afirmam que os fatores ambientais são ineficazes, mas são bastante consistentes com a rápida mudança induzida ambientalmente [85].

2.4.4. Trabalho em visão próxima versus atividades ao ar livre

A prevalência de miopia atribuída ao termo “miopia escolar” tem vindo a aumentar, especialmente no leste asiático [134]. Devido à associação de miopia com o desempenho educacional, as ocupações em trabalho de perto, têm sido consideradas como um fator de risco ambiental para o desenvolvimento de miopia [26]. Contudo, existem problemas consideráveis em quantificar a quantidade de trabalho de perto, em unidades como dioptrias horas [85].

O trabalho em visão próxima (VP) abrange tarefas de grande exigência acomodativa, tais como a leitura, escrita, estar ao computador e ver televisão perto desta [12].

Num estudo [24] realizado na China, os autores reportaram que, a média de horas por dia em que as crianças passaram a ler e escrever fora da escola foi de 2,2 horas na cidade em comparação com 1,6 horas na zona rural, sendo que, as crianças míopes passavam mais tempo a ler e a escrever do que as crianças não míopes em ambas as zonas de residência (urbana e rural). O mesmo grupo de investigadores concluiu que, o

número de livros lidos foi um melhor preditor de miopia alta em crianças com 7 a 9 anos de idade do que o tempo de leitura [25].

Ip *et al.* [26] partindo do estudo SMS quantificaram o trabalho de VP pelo tempo contínuo e curta distância de leitura em estudantes australianos com 12 anos de idade. Descobriram que, os alunos despendiam de mais tempo em visão próxima a fazer os trabalhos de casa (média de 7,6 horas por semana) e estar ao computador (média de 6,4 horas por semana) sendo que as raparigas relataram gastar mais tempo nestas atividades. As crianças de etnia caucasiana europeia informaram gastar menos tempo no trabalho em visão próxima do que as crianças de etnia asiática (26,0 h / semana versus 32,5 h / semana). Após ajuste para idade, sexo, etnia, tipo de escola, miopia parental e atividades ao ar livre, os autores concluíram que as crianças que liam de forma contínua por mais de 30 minutos tinham 1,5 vezes mais probabilidade de desenvolverem miopia em comparação com as crianças que liam menos de 30 minutos de forma ininterrupta. De igual forma crianças que liam a uma distância inferior a 30 cm foram 2,5 vezes mais propensas a ter miopia do que aquelas que liam a uma distância maior. Similarmente as crianças que despendiam de mais tempo a ler por lazer a menos de 30 cm eram mais propensas a serem associadas a um equivalente esférico mais míope, após ajuste para idade, sexo, etnia e tipo de escola.

Existem estudos que não encontram uma associação entre o trabalho em VP e miopia, em particular quando existe a influência de outros fatores, como o erro refrativo dos pais [27, 127].

No estudo SCORM [127] constataram que, as crianças que liam mais de dois livros por semana tinham cerca de três vezes mais hipóteses de ter uma miopia alta ($M < -3,0$ D) em comparação com as crianças que liam menos de dois livros por semana, após o controlo de idade, sexo, raça, luz noturna, miopia dos pais e escola. As crianças que praticavam a leitura por mais de duas horas por dia tinham uma probabilidade 1,5 vezes maior de ter miopia alta em comparação com aquelas que liam menos do que duas horas, contudo, não foi estatisticamente significativo. Cada livro lido por semana foi associado a um aumento do CA em 0,04 mm. Crianças que liam mais de dois livros por semana tinham um CA mais longo 0,17 mm do que crianças que liam dois ou menos

livros por semana. Houve um efeito de interação estatisticamente significativo de história parental de miopia e livros lidos por semana no M. Por exemplo, crianças com dois pais míopes a ler mais de dois livros por semana tinham uma média de equivalente esférico de -1,33 D ajustada para a idade, sexo e raça, enquanto as crianças sem pais míopes a ler dois ou menos livros por semana tiveram uma média M ajustada de -0,19 D. Um efeito semelhante foi encontrado no CA, quando as crianças tinham dois pais míopes e liam mais de dois livros por semana o valor médio do CA foi de 23,78 mm contra a média de 23,20 mm em crianças sem nenhum pai míope e que liam menos de dois livros por semana.

Mutti *et al.* [27] analisaram dados de 366 crianças predominantemente caucasianas do oitavo ano escolar, e constataram que, em média, as crianças passavam quantidades de tempo idênticas a estudar, ver televisão e praticar atividades desportivas. Leitura por lazer ocupava menos de metade do número de horas dedicadas ao estudo. Em menor quantidade passavam o seu tempo a jogar vídeo jogos ou a trabalhar num computador em casa. O tempo gasto nestas atividades visuais variavam em função do erro de refração. Crianças míopes gastavam significativamente mais tempo a ler por lazer do que em atividades ao ar livre, tendo um número alto de dioptrias-horas por semana em comparação com os hipermétropes. Emétopes e hipermétropes despendiam de quantidades comparáveis de tempo em todas as atividades. Os autores descobriram que, o *odds ratio* (OR) de miopia ($M < -0,75$ D) multivariada para comparação com dois pais míopes e sem nenhum dos pais com miopia foi de 6,40 e 1,02, respetivamente para cada dioptria-horas gastas em trabalho de VP por semana, após controlo de miopia parental e rendimento escolar. Contudo, não existe uma interação significativa entre a miopia parental e trabalho em VP, indicando que não houve aumento no risco associado ao trabalho de perto com um número crescente de pais com miopia.

Outros estudos conjuntamente mostram que o trabalho em visão próxima não está associado com a miopia. Numa investigação [135] conduzida ao longo de 5 anos foram avaliadas 1318 crianças com idades entre os 6 e 14 anos, os autores concluíram que, entre os grupos as horas por semana em que gastaram a ler ou usar um computador não diferiu antes do início de miopia. Estudar e ver televisão também não

foram significativamente diferentes antes do início de miopia. Este estudo não mostrou evidências de uma relação entre as atividades visuais próximas e o desenvolvimento de miopia.

A maioria dos estudos sobre miopia e trabalho de VP são transversais, e por isso, não podem examinar a relação temporal entre os resultados e preditores. Também é provável que os míopes exerçam mais trabalho em visão próxima, sendo que é mais difícil de participar em certas tarefas desportivas, devido ao uso dos óculos [4]. Um estudo prospectivo [136] referiu que crianças míopes podem possuir um maior risco de ter níveis mais baixos de atividade física do que crianças não míopes.

Embora a leitura excessiva ou atividade em visão próxima aumentem o risco de miopia, outros fatores ambientais (como a participação em desportos e tempo passado ao ar livre), têm demonstrado uma relação de proteção contra o aparecimento e progressão de miopia [6]. Na última década assistiu-se a um aumento de investigações que analisam o efeito protetor do tempo passado ao ar livre sobre a miopia [112].

Na Austrália, Rose *et al.* [28] analisaram 2367 estudantes (raça predominantemente europeia caucasiana) com idades entre os 11 e os 14 anos e descobriram que, um nível alto de atividades ao ar livre ($> 2,8$ horas por dia) foi associado a uma média refrativa de M mais hipermetrópica ($M = 0,56$ D), após ajuste para sexo, etnia, miopia parental, atividade de trabalho em visão próxima, escolaridade materna e paterna. Os alunos que despendiam de mais tempo em trabalho de VP e menos em atividades ao ar livre apresentaram a menor média de refração hipermetrópica ($M = 0,27$ D). Numa análise que combina a quantidade de atividades ao ar livre e atividades em trabalho de VP demonstraram que, as crianças com baixo tempo ao ar livre e alta quantidade em trabalho próximo tiveram duas a três vezes mais probabilidade de serem míopes em comparação com aquelas que executaram mais atividades no exterior e menos em atividades de visão próxima.

Um estudo transversal em Singapura [29] analisou o efeito de atividades ao ar livre em 1249 adolescentes de 11 a 20 anos de idade (71,1%, chineses, 20,7% Malaios e 0,8% de outras etnias). A média total de tempo despendido em atividades ao ar livre foi

3,24 horas/dia. Após o ajuste para idade, sexo, etnia, a escola, o número de livros lidos por semana, altura, miopia parental, escolaridade do pai e nível de QI, verificou-se uma associação negativa significativa entre miopia e atividades ao ar livre. Para cada aumento de horas em atividade ao ar livre por dia, a refração M aumentou 0,17 D (ou seja, uma mudança de hipermetropia) e o CA diminuiu 0,06 mm, após o ajuste para as mesmas covariáveis.

Jones *et al* [137], a partir da análise do estudo OLSM descobriram que as crianças que se tornaram míopes ($M < -0,75$ D) no 8º ano escolar passaram menos tempo em desporto e atividades ao ar livre (horas por semana), no 3º ano em comparação com aqueles que não se tornaram míopes ($7,98 \pm 6,54$ h vs $11,65 \pm 6,97$ h). A quantidade combinada de desporto e horas ao ar livre por semana foi preditiva no futuro miópico.

Outros estudos descobriram que a atividade ao ar livre é um fator independente associado negativamente com a miopia. Constatou-se a partir do estudo SMS que, as atividades de trabalho em VP tiveram pouco impacto sobre a refração [28]. Este estudo também não encontrou nenhum efeito dos desportos em espaço fechado com a progressão de miopia, o que implica que mais tempo ao ar livre, ao invés de desporto em si, funciona como um fator de proteção essencial.

Num estudo recente com galinhas reportaram que a intensidade da luz modula o processo de emetropização e que uma baixa intensidade de luz ambiente é um fator de risco para o desenvolvimento de miopia [31]. O mecanismo biológico por detrás desta associação ainda não está claramente compreendido. Postula-se que o aumento na intensidade da luz exterior torna maior a profundidade de campo e reduz a desfocagem da imagem retiniana. Além disso, a libertação de dopamina a partir da retina é estimulada pela luz, e a dopamina pode inibir o crescimento do olho [28]. Contudo, a hipótese de que a alta intensidade de luz ao ar livre é crucial tem sido contraditória, alguns investigadores [138] questionam-se sobre esta questão, pois os desportos em ambientes fechados são sempre realizados em ambientes bem iluminados e não contribuem para a redução da refração, isto é a composição espectral da luz e não a intensidade é a principal causa de tendência de miopia associada a ambientes fechados.

Em 2010 foi publicado um artigo [32] no qual verificaram que em animais de laboratório a luminosidade intensa (15000 lux) reduziu a miopia de privação em 60%, em comparação com uma luminosidade mais fraca (500 lux). Contudo, este efeito protetor é revertido por uma injeção diária de um antagonista dos recetores de dopamina. Este estudo mostrou que o retardamento do desenvolvimento de miopia pela luz é parcialmente mediado pela dopamina. Smith *et al.*, [33] num estudo mais recente também constataram que a iluminação ambiente alta retarda o desenvolvimento de miopia de privação em macacos. Estes resultados estão de acordo com a hipótese de que os efeitos protetores de atividades ao ar livre contra a miopia em crianças são devido à exposição a níveis mais elevados de luz encontrados ao ar livre. É possível que a proteção terapêutica contra a miopia seja conseguida através da manipulação de níveis de iluminação interior.

Charman [139] colocou a hipótese de que existe uma favorável evolução para a emetropização no exterior, uma vez que os estímulos dióptricos não variam muito ao longo do campo visual periférico ao ar livre.

2.4.5. Educação, estatuto socioeconómico e quociente intelectual

O nível de escolaridade, inteligência, certos traços de personalidade e o nível socioeconómico têm sido associados com a miopia [12].

Numerosos estudos que examinaram o efeito da educação sobre a miopia em vários países do Mundo encontraram uma correlação consistente entre o maior nível educacional e maior prevalência de miopia [4, 85]. Aulas intensivas altamente académicas, ou escolas elevadamente exigentes estão associadas a uma maior prevalência de miopia tanto na Europa como no leste asiático. Atualmente estudantes de medicina, engenharia e direito têm uma maior prevalência de miopia que continua a aumentar depois dos anos escolares [85].

Rose *et al.*, [20] compararam a prevalência e os fatores de risco para a miopia em crianças chinesas com 6 e 7 anos de idade a viverem em Sydney e em Singapura. Tendo concluído que, existia uma menor prevalência de miopia na Austrália (Sydney). A

escolarização precoce verificada em Singapura tem sido associada a altos níveis de miopia o que refuta a menor prevalência encontrada em Sydney. A exposição a um sistema de ensino mais intensivo em tenra idade pode ser um fator de risco independente para a miopia.

Num estudo publicado em 2002 Wong *et al.* [21] concluíram após ajuste de idade, sexo, ocupação, rendimento monetário, tipo de habitação, e ensino superior que, em adultos chineses de Singapura, um aumento no CA de 0,60 mm foi associado a cada 10 anos de ensino educacional. Os adultos com maior educação (nível académico), ocupações relacionadas com o trabalho de perto e maior rendimento monetário são mais propensos a ter maiores comprimentos axiais, câmaras de vítreo, e refrações mais míopes. Com um rendimento mensal menor ou igual a 1000 \$ os adultos tinham um CA de 22,99 mm e uma refração de -0,16 D, em contrapartida adultos com um rendimento mensal superior a 3000 \$ possuíam um CA de 24,37 mm e uma refração mais miópica de -2,55 D. Também em Singapura o aumento do CA foi associado a níveis de escolaridade mais elevados em adultos de origem malaia [140].

Em geral, o nível socioeconómico está associado a uma maior prevalência de miopia. Isto pode ser explicado em termos da associação geral entre o maior nível socioeconómico e educação superior [85]. Contudo num artigo [141] publicado em 2000, concluíram que o nível socioeconómico da família denotado por renda familiar ou tipo de habitação não predizem a taxa de progressão de miopia, em crianças e adolescentes de 6 a 12 anos de idade de Singapura.

Em estudos epidemiológicos, o nível educacional geralmente é medido tanto como os anos de escolaridade ou nível de desempenho académico. A duração e o nível de educação são altamente correlacionadas com o tempo gasto na leitura e na escrita. Assim, o nível educacional pode ser um substituto para o trabalho em visão próxima [4, 85]. A complexidade de analisar e quantificar o trabalho de perto é ainda mais confusa com a associação entre a miopia e a capacidade intelectual (QI). Crianças com miopia foram encontradas como tendo melhores resultados nos testes de inteligência e melhores notas na escola do que as crianças não míopes [22].

Tem sido observado em diferentes países (Israel, Estados Unidos e Nova Zelândia) que as crianças míopes têm um maior quociente de inteligência (QI) [23]. Saw *et al.* [23] a partir do seu estudo com 1204 estudantes incluídos no estudo SCORM com 10 a 12 anos de idade concluíram que, o QI não-verbal pode ser um fator de risco independente de miopia, e essa relação não pode ser explicada apenas pelo aumento da leitura (livros por semana) entre míopes. Uma observação interessante é que o QI não-verbal pode ser um forte fator de risco para a miopia em comparação com livros lidos por semana. As crianças com altas pontuações de QI não-verbal tinham refrações significativamente mais míopes (-1,86 D para crianças com QI não-verbal no quartil mais elevado em comparação com -1,24 D para crianças com QI não-verbal no quartil mais baixo) e maior CA (24,06 mm vs 23,80 mm), após controlo de idade, sexo, escola, miopia dos pais, educação dos pais e livros lidos por semana.

Os dados sobre as dimensões oculares (por exemplo, o CA) podem ser úteis para uma melhor compreensão dos mecanismos anatómicos de miopia associados à educação superior, ocupação de trabalho em VP, e nível socioeconómico [12, 21]. Por exemplo, o aparecimento e progressão de miopia entre estudantes de medicina e microscopistas clínicos têm demonstrado estar relacionado a mudanças no CA e profundidade da câmara vítrea, sugerindo possíveis associações entre o ensino superior e a ocupação de trabalho próximo com a miopia axial [21].

2.4.6. Ciclos de luz e escuridão

A presença de luz durante o período noturno é considerada como um fator de risco ou condicionante para o aparecimento e progressão de miopia. A questão que se coloca é se o tempo e a própria exposição à luz ao longo do sono, isto é se as crianças e adolescentes dormem com a luz acesa ou apagada, têm alguma influência sobre o erro refrativo.

Em 1999, Quinn *et al.* [34] descobriram que, a prevalência de miopia e miopia alta durante a infância foi fortemente associada com a exposição à luz ambiente durante o sono no período noturno, nos dois primeiros anos após o nascimento. O número de crianças que tinham desenvolvido miopia e que dormiam de luzes acesas era cinco vezes

superior em relação às que dormiam com a luz apagada. Os autores encontraram razões para justificar o seu estudo: uma influência da luz ambiente durante o sono no desenvolvimento de refração é plausível, pois as pálpebras de humanos adultos e crianças transmitem alguma luz visível, principalmente em comprimentos de onda mais longos. A sensibilidade da retina escotópica de lactentes é relativamente boa em comparação com a dos adultos, em particular com a idade de 18 semanas. Além disso, um estudo com macacos bebês com as pálpebras suturadas revelou que, a transmissão de uma imagem degradada provocada pela suturação perturba o desenvolvimento refrativo. Este estudo [34] não indica se a experiência visual precoce influencia a anatomia ocular por dois anos ou somente mais tarde, e não permite tirar conclusões sobre o momento do início ou progressão de miopia. Isto levanta a possibilidade de um "período crítico" para o desenvolvimento de refração análoga àquela para a função visual. Apesar de não estabelecer uma relação causal, a força estatística de associação entre a exposição à luz durante a noite e miopia infantil sugere que a ausência de um período diário de escuridão durante a infância pode ser um fator potencial para o desenvolvimento de miopia.

Loman *et al.* [35] verificaram que existia uma associação entre miopia e o número de horas de escuridão por dia, ou seja, a incidência de miopia era maior para os alunos que passavam 5, 6 horas/dia ou menos em condições de escuridão. No entanto, este fator de risco não foi encontrado em vários estudos [25, 142, 143].

Em Singapura, [142] verificaram que na população asiática a presença de luz à noite não estava associada à miopia. Não houve diferença significativa nas taxas de prevalência de miopia em crianças expostas à luz noturna (33,1%) em comparação com crianças que dormiam no escuro (31,4%), antes dos 2 anos de idade.

Mais recentemente, em 2008, Guggenheim e Yam [144] verificaram que a miopia ocorreu com aproximadamente a mesma frequência em 122 estudantes universitários do Reino Unido que dormiam com e sem exposição à luz durante a noite. Este estudo fornece mais apoio para a ideia de que a exposição à luz noturna durante a infância não é um fator de risco importante para o desenvolvimento de miopia na maioria dos grupos populacionais.

2.4.7. Fator alimentar

Existem estudos que encontram uma associação entre a lactação pediátrica através de produtos lácteos fabricados e a miopia. Num artigo [145] publicado em 2005, os autores verificaram uma maior incidência de miopia em 797 adolescentes de Singapura com 10 a 12 anos de idade que em bebés não foram alimentadas com leite materno, bem como valores de refração mais míopes. O erro de refração médio foi de -1,6 D e de -2,1 D para as crianças amamentadas e para as que não foram amamentadas, respetivamente.

Em contraste, Rudnika *et al.* [146] num estudo longitudinal com crianças britânicas concluíram que não foi encontrada qualquer relação entre o desenvolvimento visual e o tipo de alimentação pediátrica. Sabendo que, ao longo das décadas, a percentagem de crianças alimentadas com leite materno foi diminuindo, os autores avaliaram a acuidade visual de um grande número de participantes nascidos em épocas diferentes, 1946 (n=5362), 1958 (n=18558) e 1970 (n=16567) e verificaram que, no geral, a prevalência de visão à distância de 6/12 ou pior (definição usada para a miopia) em 10-11 e 15-16 anos foi respetivamente de 6,0% e 9,4% em 1946, 6,5% e 10% em 1958, e 4,4% e de 11,4% em 1970. A amamentação é benéfica por muitas razões, mas não parece oferecer nenhuma proteção contra má visão por si só (como um marcador de miopia) na infância ou adolescência em ambiente ocidentalizado [146] .

Mais recentemente em 2010, Sham *et al.* [147] publicaram um artigo onde concluíram que a amamentação está associada a uma refração de equivalente esférico mais hipermetrópica em crianças chinesas com 6 a 72 meses de Singapura. A média do equivalente esférico de crianças amamentadas foi 0,12 D mais hipermetrópica comparativamente às crianças que não foram amamentadas. No entanto, a amamentação não foi associada com a miopia. O leite materno é constituído por ácidos gordos polinsaturados e antioxidantes, os quais são frequentemente citados na influência do desenvolvimento da retina e também no crescimento do olho e desenvolvimento neural, no início da vida. Isto sugere que as crianças amamentadas podem ser mais resistentes ao desenvolvimento de miopia de início juvenil e, portanto, têm uma refração média de esfera equivalente maior, ou seja menos miópica [147].

As más escolhas alimentares definidas por dietas desequilibradas não saudáveis também podem influenciar o crescimento do olho. Cordain *et al.* [17] em 2002 concluíram que, uma dieta desequilibrada, com um valor elevado de açúcar refinado e cereais processados, pode ser responsável pelo aparecimento de miopia juvenil. Os autores verificaram que, um consumo exagerado de hidratos de carbono estimula uma sequência de eventos que começa pela interrupção do controlo da glicemia, levando no final a um aumento do CA do olho devido a um descontrolo de um fator de crescimento “insulin like growth fator 1” (IGF-1).

Recentemente, Lim *et al.* [36] avaliaram a ingestão diária dos vários componentes alimentares através de um questionário (FFQ–Food Frequency Questionnaire) respondido pelos pais de 851 adolescentes com idade média de $12,81 \pm 0,83$ anos envolvidos no estudo SCORM. Os autores concluíram que, os únicos componentes alimentares que estavam relacionados com o crescimento aumentado do globo ocular (aumento do CA) foram as gorduras saturadas e o colesterol. O CA foi maior no grupo de maior quartil de ingestão de colesterol total (24,66 mm) em comparação com o menor quartil de ingestão de colesterol total (24,32 mm) e foi superior no grupo de maior quartil de ingestão de gordura saturada (24,65 mm) em comparação com o menor quartil de ingestão de gordura saturada (24,36 mm). Sendo as gorduras saturadas um conhecido antagonista da insulina, inibindo a sua atuação, isso leva a um aumento crónico da sua secreção ou seja, um hiperinsulinismo crónico, que por sua vez, tal como sugeria Cordain [17], levaria a um crescimento desregulado da esclera, por antagonização dos recetores retinoides pelo aumento do “insulin like growth fator 1” (IGF-1).

Em 1996 Edwards *et al.* [37] compararam os dados nutricionais para 24 crianças que desenvolveram miopia entre as idades de 7 e 10 anos com os dados de 68 pacientes que ainda não eram míopes com a idade de 10 anos e constataram que, as crianças que se tornaram míopes tinham uma dieta pobre em proteínas, gorduras, vitaminas B1, B2 e C, fósforo, ferro e colesterol, não sendo, no entanto, crianças subnutridas.

Com o objetivo de verificar a importância do componente nutricional (vitaminas, proteínas, ferro, cálcio, magnésio e fósforo) em estudantes míopes e não míopes, Butt

et al. [38] num artigo publicado em 2010, no Paquistão, concluíram que, a deficiência de proteínas, ferro e fósforo tem uma associação significativa com a miopia, enquanto que, a vitamina A, cálcio e magnésio não mostraram nenhuma associação significativa.

2.4.8. Doenças sistêmicas e oculares

Existem opiniões contraditórias sobre o efeito de algumas doenças sistêmicas na alteração do sistema visual e influência nos defeitos refrativos. Na Indonésia, Lee *et al.* [148] no estudo “The Beaver Dam Eye Study” afirmaram que ter diabetes é uma causa para o aumento da hipermetropia em 1058 participantes com 21 anos de idade ou mais. Contrariamente, Cordain *et al.* [17] em 2002 concluiu que a diabetes está relacionada com o aumento de miopia. Já no estudo “The Blue Montains Eye Study” [149] os autores não encontraram diferenças na progressão do erro refrativo em 2335 adultos com 49 anos de idade ou mais em diabéticos e não diabéticos.

Um estudo realizado por Karadayi *et al.* [150] com 321 pessoas adultas mostra nitidamente a existência de uma relação entre a hipermetropia e a hipertensão arterial sendo o M médio dos pacientes com hipertensão de $0,88 \pm 1,34$ D, e de $-0,26 \pm 1,12$ D no grupo controlo (188 adultos). Em discordância com estes dados Gundogan *et al.* [151] concluíram uma não associação entre hipertensão arterial sistêmica e hipermetropia. O valor médio \pm DP de equivalente esférico dos pacientes com hipertensão (370 adultos) e de indivíduos do grupo controlo (205 normotensos) foi de $-0,03 \pm 1,63$ D e $0,22 \pm 1,82$ D, respetivamente.

Em 1985, Curtin [18] concluiu que algumas doenças oculares, como a catarata, o glaucoma, microcórnea, queratocone, atrofia ótica, etc. estavam frequentemente relacionadas com o aparecimento de miopia. O albinismo, microftamia e acromatopsia foram relacionados com a hipermetropia.

A teoria que associa o início e a progressão da miopia a problemas respiratórios, particularmente aos espirros, pressão do sistema respiratório foi proposta por Scanlan [19]. O espirro provoca uma pressão mecânica no globo ocular debilitando a esclera e consequentemente permite o alongamento axial do olho. Storfer descobriu que os

míopes eram quase duas vezes mais propensos que os não míopes a terem alergias graves ou múltiplas, incluindo asma. Schmid citou o estudo de Dolezalova e de Mottlava e mostrou que, a miopia, asma e outras alergias foram substancialmente mais elevadas para os alunos notáveis (excelentes). Os resultados são consistentes com a conclusão de que existe uma associação entre a miopia e a asma [19].

2.4.9. Refração periférica

O erro de refração central é determinado pela visão foveal no eixo visual. No entanto, a zona foveal é apenas uma pequena parte do campo visual global e as áreas mais periféricas da retina também podem ser importantes no estado refrativo [4]. Estudos com animais [152, 153] e em seres humanos [154, 155] têm demonstrado uma influência significativa da desfocagem da retina periférica sobre o desenvolvimento da refração central.

A ideia de que a refração periférica pode influenciar o desenvolvimento de miopia resultou de estudos iniciais por Hoogerheide *et al.* [154] em 1971. Tendo observado que, os pilotos estagiários emetrópicos, que posteriormente desenvolveram miopia tiveram uma refração periférica relativamente hipermetrópica. Descobriram que, a hipermetropia relativa na periferia foi associada a uma probabilidade de 40% de desenvolvimento de miopia durante alguns anos, em comparação com uma probabilidade de 4% de desenvolvimento de miopia se existia miopia periférica relativa.

Foi proposto que o olho responde ao desfocado hipermetrópico, aumentando o CA para colocar a retina periférica em foco com a imagem periférica, apesar de um consequente aumento do desfocado miópico foveal [41].

Estudos em animais demonstraram que a retina periférica desempenha um papel importante na determinação do crescimento do olho. Um estudo [153] com macacos de 3 semanas de idade em que a região central da retina foi submetida à ablação através de uma laser Argon, demonstrou que eles recuperavam da privação visual a que foram sujeitos ou da miopia induzida por lentes, tão depressa como os olhos

em que não se realizou a ablação. Estes resultados sugerem que a retina periférica tem um efeito importante sobre o CA e participa assim no processo de emetropização.

O estudo OLSM [156] avaliou o erro refrativo periférico em 822 crianças e adolescentes predominantemente caucasianos com idades entre os 5 e 14 anos. Os autores concluíram que, as crianças e adolescentes míopes apresentaram uma refração hipermetrópica na periferia ($+0,80 \pm 1,29$ D), indicando uma forma ocular prolatada (CA mais longo do que o diâmetro equatorial) em comparação com uma refração periférica miópica e uma forma ocular oblatada (diâmetro equatorial mais amplo do que o CA) nas crianças e adolescentes emétopes ($-0,41 \pm 0,75$ D) e hipermétropes ($-1,09 \pm 1,02$ D). As raparigas apresentaram uma refração periférica relativamente menos míope do que os rapazes, após ajuste para idade, categoria de erro de refração, e os valores dos componentes oculares ($-0,19$ D em comparação com $-0,39$ D para os rapazes).

Outro estudo [157] que incluiu 116 pacientes na faixa etária 18-35 anos constatou que a miopia tinha mais efeito sobre a refração periférica horizontal ao invés do campo visual vertical. No campo visual periférico horizontal J0 diminuiu com o aumento de miopia e J45 foi linearmente relacionado ao ângulo de campo. Ao longo do campo visual vertical, J0 não foi afetado pela magnitude de miopia, e J45 mudou em três vezes a taxa como para o campo visual horizontal.

Mutti *et al.* [158] avaliaram 605 crianças e adolescentes recrutadas do estudo CLEERE com idades entre os 6 e 14 anos onde exploraram as diferenças étnicas na refração periférica e constataram que, crianças de etnia asiática-americana ($n = 579$) tiveram um maior grau de hipermetropia periférica, enquanto as crianças afro-americanas que eram míopes ($n = 724$) não tiveram hipermetropia periférica significativa. Um erro refrativo central mais negativo, maior CA, e um erro periférico mais hipermetrópico, além de um ritmo mais rápido de mudança nestas variáveis pode ser útil para prever o aparecimento de miopia, mas apenas dentro de um período de 2 a 4 anos antes do início de miopia. Tornar-se míope não parece ser caracterizado por uma taxa consistente de aumento do erro refrativo e ampliação do globo ocular. A aceleração na progressão de miopia, o alongamento axial, e periferia hipermetrópica no ano anterior ao início de miopia seguido por relativamente taxas mais lentas, e estáveis

de mudança após o início de miopia sugerem que mais de um fator pode influenciar a expansão ocular durante o início e progressão da miopia.

Num artigo publicado em 2010 [159], onde a refração central, periférica nasal, temporal, superior e inferior foram obtidas, os autores concluíram que crianças e adolescentes com idades de 8-12 anos e adultos com 18-25 anos de etnia chinesa com miopia moderada tiveram relativamente maiores deslocamentos hipermetrópicos na periferia em relação à fóvea do que aqueles com baixa hipermetropia que mostraram uma mudança para a miopia e os olhos emetrópicos não revelaram diferenças significativas em relação ao erro refrativo foveal. Todos os grupos refrativos mostraram um aumento no astigmatismo fora-de-eixo. No meridiano horizontal, existiram mudanças de refração negativa, um aumento do astigmatismo contra a regra com o aumento da excentricidade para o valor de J0 e verticalmente mudanças de refração positiva, um aumento de astigmatismo à regra. Em semelhança ao J0 houve um aumento nos valores de J45 na retina periférica, mas a mudança foi menor, tanto para adultos como para as crianças no meridiano horizontal, com apenas uma ligeira assimetria inferior-superior verificada no meridiano vertical. Verticalmente, todos os grupos refrativos demonstraram uma desfocagem míope em relação à fóvea.

Em Singapura [160], foram avaliadas 250 crianças chinesas com idade média de 83 ± 36 meses. Este estudo descobriu que as crianças com miopia alta e moderada tinham uma refração periférica mais hipermetrópica a todas as excentricidades ao passo que crianças com baixa miopia tiveram refração hipermetrópica apenas a 30° de excentricidade temporal e nasal, mas não a 15° de excentricidade na retina nasal e temporal. Crianças com emetropia e hipermetropia tinham uma periferia miópica relativa em todas as excentricidades. Na maioria das excentricidades temporais, não encontraram diferenças estatisticamente significativas na componente J0 e J45 entre crianças com miopia e crianças emétopes.

Num estudo longitudinal [161] com 187 crianças (idade média de $7,2 \pm 3,0$ anos), em Singapura, a refração periférica foi obtida com recurso a cicloplégico em cinco excentricidades: eixo central a 15° e 30° nos campos visuais nasais e temporais. No seguimento, as crianças que permaneceram não míopes ($n = 24$) mantiveram uma

periferia miópica em todas as excentricidades, ao passo que aquelas que se tornaram míopes ($n=67$) desenvolveram uma periferia hipermetrópica na retina nasal ($0,44 \pm 0,72$ D) e temporal ($0,13 \pm 0,74$ D) a 30° de excentricidade. Este estudo mostrou que a refração periférica inicial não prevê o aparecimento posterior de miopia ou influencia a progressão de miopia.

2.4.10. Rácio CA/RC

As mudanças no CA e raio de curvatura da córnea (RC) são fatores biométricos importantes que afetam os erros de refração [162-164]. O CA tem um efeito maior sobre a indução de erros refrativos em relação a RC [165, 166]. No entanto, o processo de emetropização parece indicar uma associação de compensação entre estes dois componentes [167].

Grosvenor e Scott [162] demonstraram um papel mais importante para a relação CA/RC do que o CA sozinho, e a correlação entre o equivalente esférico (M) do erro refrativo e esta variável (rácio) foi mais forte do que com cada um de seus componentes sozinhos (CA e RC). Outros estudos mostraram que a proporção de CA/RC foi o fator biométrico mais importante na miopia, especialmente em miopia alta [164, 168].

Goss e Jackson [168] constataram que a relação CA/RC foi o único fator que diferiu entre o grupo de crianças que permaneceram emétopes e os que se tornaram míopes no espaço de 3 anos, num estudo longitudinal realizado com crianças e adolescentes com idades entre os 8 e os 12 anos que inicialmente eram emétopes.

O rácio CA/RC pode prever o aparecimento de miopia nos adolescentes. Este valor é calculado dividindo o valor do CA pelo raio de curvatura da superfície anterior da córnea. O valor obtido tem uma relação com a ametropia: cerca de 3 para os emétopes, quase sempre maior que 3 nos olhos míopes e inferior a 3 nos hipermetrópicas [43].

Alguns estudos verificaram que o rácio CA/RC é maior no sexo masculino [50, 164, 169] e não é afetado pela idade [167, 170].

Hashemi *et al.* [167] encontraram um aumento linear no rácio CA/RC de hipermetropia alta para a miopia alta em adultos iranianos. Cada 0,1 unidades de aumento no rácio foi associado a aproximadamente uma mudança de 1,00 D no sentido míope. A proporção é maior na miopia alta e menor em hipermetropia alta. Verificaram também que, após a análise de alguns estudos, a relação CA/RC não mostrou uma variação significativa entre raças diferentes. Constataram uma razão de 0,015 unidades maior para os indivíduos do sexo masculino em comparação com o sexo feminino.

Num artigo [170] publicado em 2011, os autores concluíram que, 70 jovens adultos míopes com idade média \pm DP de $27,9 \pm 5,9$ anos tinham significativamente maior CA, um RC mais acentuado e maior proporção CA/RC do que os emétopes e hipermétropes. Obtiveram uma correlação inversa estatisticamente significativa entre M e o rácio CA/RC. Os valores da relação CA/RC obtidos a partir deste estudo foram de $3,16 \pm 0,12$ para os míopes, $2,95 \pm 0,07$ para hipermétropes e $2,96 \pm 0,07$ para os emétopes. Estes valores são comparáveis com os resultados de $2,98 \pm 0,69$ para emétopes, $2,89 \pm 0,87$ para hipermétropes, $3,01 \pm 0,07$ para miopia baixa e $3,10 \pm 0,11$ para miopia moderada, em 109 jovens adultos referidos por Yebra-Pimentel *et al.* [171]. Estes mesmos resultados foram confirmados mais recentemente por Llorente *et al.* [172]. Olhos com miopia exibiram um CA significativamente mais elevado do que os olhos com hipermetropia. A relação CA/RC também foi maior em olhos míopes sendo altamente correlacionado com o equivalente esférico (M). Não foi encontrada uma diferença significativa no raio corneal entre os dois grupos (míopes e hipermétropes).

2.4.11. Estado fórico

Alguns estudos têm afirmado que existe uma relação entre heteroforia e erro refrativo [42]. No entanto outras investigações que investigam especificamente esta ligação não relataram nenhuma associação [173] ou nenhuma relação direta entre a quantidade de ametropia e heteroforia [174].

Certas investigações encontraram a ortoforia para ser o estado mais frequente em fixação de VP [175-177].

Leone *et al.* [178] concluíram no seu estudo que, a exoforia, foi predominantemente encontrada em visão próxima (33 cm) em dois grupos de crianças e adolescentes com 6 e 12 anos. A exoforia foi mais prevalente na amostra de origem asiática oriental em comparação com crianças de origem europeia caucasiana, e em crianças mais novas (6 anos de idade: 58,3% e 12 anos: 52,2 %). O valor médio de heteroforia em VP sem o uso de compensação visual foi menor no grupo dos adolescentes com 12 anos de idade (exoforia: 3,9 DP; endoforia: 3,8 DP) do que nas crianças com 6 anos de idade (exoforia: 4,9 DP; endoforia: 4,4 DP), esta diferença não foi clinicamente significativa. A hipermetropia foi associada a endoforia em VP em ambos os grupos e a miopia foi associada a exoforia em VP apenas no grupo com 12 anos de idade. Num estudo mais recente [179] publicado em 2012, os autores obtiveram resultados semelhantes em crianças com 6 e 7 anos de idade. A heteroforia em VP mais prevalente foi a exoforia que estava presente em 111 crianças (73%), seguida da endoforia em 17 (11,2%) casos. Apenas 24 crianças (15,8%) participantes tinham ortoforia.

Os resultados de uma investigação [180] apoiam a hipótese de que a presença de endoforia em VP está associada à miopia alta. A quantidade de miopia foi significativamente mais elevada no grupo endofórico do que nos outros dois grupos. Este estudo sugeriu que a foria de perto pode ser um fator importante no desenvolvimento de miopia. Os autores constataram através de outras investigações que, nos indivíduos que usam correção de refração de visão simples, a taxa de progressão de miopia foi ligeiramente maior no grupo endofórico do que nos grupos ortofórico e exofórico.

Capítulo 3 – Metodologia e Material

Neste capítulo será descrita primeiramente, a etapa inicial do estudo, nomeadamente a seleção dos participantes de acordo com critérios definidos previamente, como é o caso da autorização por parte dos encarregados de educação, a inclusão e possível exclusão de alunos. Serão referidos inquéritos adicionais ao projeto em causa, bem como todos os equipamentos e procedimentos utilizados no decorrer de toda a análise experimental realizada ao longo das duas avaliações em estudo, durante o ano letivo, no inverno e na primavera. Por último apresentam-se os testes estatísticos usados para futura análise estatística dos resultados obtidos.

3.1. Seleção da amostra

O presente estudo iniciou-se com a apresentação do projeto ao Diretor do Agrupamento de Escolas das Taipas, que aprovou a realização desta investigação. A planificação das turmas participantes e todos os procedimentos necessários à execução do projeto ocorreram, na Escola Básica 2,3 de Caldas das Taipas que se situa a norte do país, no concelho de Guimarães (Portugal), com 920 estudantes inscritos no ano letivo 2012/2013. Esta escola abrange maioritariamente alunos de freguesias da área rural das Taipas, sendo estas constituídas por uma população essencialmente operária e, ligada à atividade agrícola. Ainda que em menor proporção, a escola inclui estudantes de zonas com características semiurbanas. Atualmente, a zona pedagógica da escola abrange seis freguesias (Sande São Clemente, Sande São Lourenço, Sande São Martinho, Balazar, Longos Santa Cristina e Caldelas) e comporta turmas do 2º e 3º ciclo.

Após o planeamento das turmas intervenientes foi entregue um documento de consentimento informado (anexo 1) aos encarregados de educação destes alunos, notificando-os que toda a informação e todos os procedimentos respeitavam a Declaração de Helsínquia da Associação médica mundial [181]. O protocolo e procedimentos do estudo foram submetidos a avaliação e aprovados pela Submissão de Ética para as Ciências da Vida e da Saúde (SCECVS) da Universidade do Minho.

Após assinatura do documento de consentimento informado, por parte do encarregado de educação, o estudante ficou autorizado a participar na investigação, assim como ficou acordado que os dados obtidos seriam utilizados de forma anónima com os fins científicos ou académicos que a equipa investigadora considerou adequados.

3.1.1. Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos neste estudo todos os adolescentes dos quais o encarregado de educação consentiu por escrito a sua participação e posterior divulgação dos dados.

Os critérios de exclusão inicialmente propostos apontavam para a exclusão de voluntários com cirurgia ocular prévia, patologia sistémica que compromettesse a recolha de dados, patologias oculares, existência de queratocone, catarata, historial de pressão intraocular elevada, e/ou historial de estrabismo.

3.2. Inquérito distribuído aos encarregados de educação

Para complementar o estudo em causa foi necessário conhecer alguns aspetos da história médica geral e ocular do educando e dos seus pais, para isso foi solicitado aquando do consentimento informado, o preenchimento (opcional) de um inquérito aos encarregados de educação (anexo 2) constituído por nove questões.

A primeira questão dizia respeito apenas aos encarregados de educação e referia-se ao uso de correção ótica, à finalidade de utilização e à idade de começo do uso de óculos ou lentes de contacto, por parte do pai e da mãe, individualmente.

As restantes perguntas diziam respeito unicamente aos educandos. Questões de carácter pré e pós-natal, foram mencionadas no questionário, como o tempo de gravidez e peso da criança ao nascer, se tinham ocorrido complicações na gravidez e/ou parto e se o recém-nascido esteve algum dia na incubadora. Foram efetuadas perguntas relativas à existência de algum problema de saúde geral, como por exemplo, diabetes ou alergias por parte do educando bem como de alguma patologia ocular dando como exemplo a catarata, ou queratocone. Foi igualmente questionada, a assiduidade a consultas de oftalmologia/optometria, e tempo em meses desde a última observação.

O uso de correção ótica, e alguma terapia visual que o estudante tenha realizado, o efeito e a idade de começo dos mesmos, foram de igual forma indicados pelos encarregados de educação de forma opcional. As duas últimas questões pretendiam dar a conhecer o tempo (em horas) por dia numa semana normal que o educando despendia em atividades ao ar livre e a estudar (excluindo as aulas) nas quatro estações do ano.

3.3. Inquérito distribuído aos educandos

Identicamente ao inquérito distribuído aos encarregados de educação, foi distribuído um inquérito aos educandos nas duas fases de estudo, com o objetivo de conhecer informação essencial e auxiliar ao presente estudo. Algumas das questões foram retiradas do *The Sydney myopia study questionnaire*.

Em Fevereiro (1ª fase de estudo) os adolescentes responderam de forma opcional a perguntas como a data de nascimento, a avaliação no final do primeiro período letivo, as horas que dispôs em atividades no interior e ao ar livre nos meses mais frios (inverno), o tempo despendido em desporto ou em alguma atividade lúdica, se nesta fase do ano teve por hábito possuir alguma fonte de luz durante o período noturno, e se em criança tinha esse costume. O tipo de alimentação, isto é, se foi maioritariamente baseada em cereais processados e “fast food”, durante o inverno, foi igualmente questionado. A amamentação pós-natal também foi referida neste questionário. A zona (vila, cidade, aldeia) e tipo de residência (casa, apartamento), bem como o lugar ocupado na sala de aula, e o estatuto socioeconómico por escalão escolar foram as últimas questões deste primeiro inquérito entregue aos adolescentes (anexo 3). Os voluntários foram instruídos para solicitar a informação necessária junto dos pais.

Na segunda fase de medidas (finais de Maio e início de Junho), os voluntários preencheram novamente o mesmo inquérito, com a exceção de algumas questões não necessárias nesta fase (anexo 4). Na circunstância do aluno possuir uma nova zona e tipo de residência e ter alterado a sua posição na sala de aula, foi sugerida uma nova resposta com os novos dados. Neste inquérito encontrava-se uma nova questão que dizia respeito à existência de irmãos na mesma escola, se a resposta era afirmativa, então o estudante indicava o ano e turma respeitante ao elemento familiar confirmado.

3.4. Descrição metodológica dos dados obtidos

A recolha de dados numéricos do exame visual e informativa obtida através dos inquéritos distribuídos aos adolescentes foi efetuada em duas estações diferentes, inverno (semana de 18 a 26 de Fevereiro) e primavera (semana de 27 de Maio a 4 de Junho), durante o ano de 2013.

Todas as medições foram obtidas sem a instilação de cicloplégico e sem o uso de qualquer correção ótica por parte do adolescente, sendo registadas apenas para o olho esquerdo (OE).

3.4.1. Erro refrativo central e periférico

As avaliações do erro refrativo central e da periferia (ponto excêntrico a 25°) no campo visual nasal e inferior) foram efetuadas, através do Plusoptix vision screening (Plusoptix GmbH, Nuremberg, Germany), sendo o intervalo de valores do erro refrativo variável entre os aparelhos Plusoptix, podendo variar para a esfera de -9,00 D a +4,00 D e para o cilindro: 0 D a +3,00 D. No entanto, quando os erros refrativos são elevados, e por isso, fora do intervalo considerado o Plusoptix não consegue registar esse valor.

Os adolescentes não tinham acesso visual ao monitor, que seria possivelmente uma causa de distração e comprometimento dos resultados (figura 3.1). O som do plusoptix também foi previamente desligado pelo mesmo motivo.



Figura 3.1. Monitor de observação do plusoptix.

Com o propósito de ser possível a medição da refração nas regiões periféricas em estudo foi necessário arranjar uma configuração para chamar a atenção dos adolescentes, para isso, foi aplicado um placard ao Plusoptix (figura 3.2.), com os pontos referentes destacados ao centro (flor amarela), na periferia temporal com um círculo em volta do ponto de fixação desejado (círculo de pionés azul ou vermelho), e uma linha para a medição do erro refrativo periférico superior (linha de pionés branca ou amarela).



Figura 3.2. Placard com os pontos de fixação central e periféricos.

Primeiramente foi explicado ao adolescente o procedimento do exame e esclarecidas possíveis dúvidas. Cada um foi instruído a manter a cabeça na mesma posição e sem a rodar, pedia-se que mantivessem o olhar nos pontos pretendidos apenas alterando a posição de fixação movimentando somente o olhar.

O adolescente foi colocado a 1 m de distância do Plusoptix, mantendo o olhar fixo no centro da câmara. De seguida foi regulada a luminosidade da sala de avaliação com o objetivo de evitar a luz solar direta ou de alguma fonte de luz que compromettesse a obtenção dos resultados através da variação do diâmetro pupilar que deveria de estar num intervalo entre 2 a 8 mm.

A câmara para a obtenção do erro refrativo ficou alinhada, de frente com o olhar do adolescente. Para ativar o início de uma medição era necessário premir o botão localizado na câmara. O adolescente foi orientado a fixar o centro da câmara, o centro do círculo delimitado e o ponto médio da linha para possível obtenção do erro refrativo nas áreas desejadas.

As luzes de fixação piscavam para atraírem a atenção do adolescente a olhar para a câmara (ponto central), ambos os olhos apareciam no ecrã do computador e era necessário que permanecessem dentro do retângulo branco (figura 3.3). Se à distância fixada não era possível alcançar resultados, o aparelho era deslocado ligeiramente para a frente ou para trás de forma a conseguir obter o resultado pretendido. O mesmo procedimento ocorreu para as medições na periferia temporal e superior, alterando apenas os pontos de fixação.

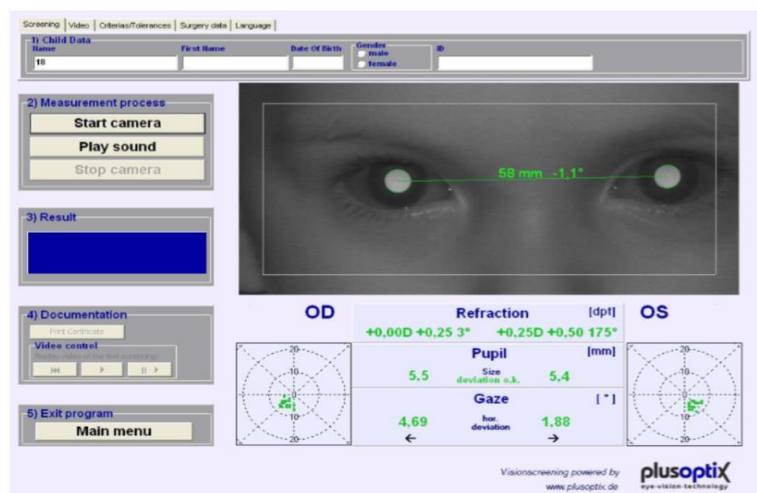


Figura 3.3. Resultados do photoscreening obtido pelo plusoptix.

Realizaram-se três medidas do erro refrativo em ambos os olhos registando-se apenas a refração relativa ao OE para cada ponto de fixação (central, 25º de excentricidade na periferia horizontal temporal e vertical superior). Fez-se a média das três medidas, para a esfera (ESF), cilindro (CIL) e eixo (EIXO). Para facilitar a análise da refração, foi calculada a representação vetorial do erro refrativo mencionada por Thibos *et al.* [43, 182].

Equação 1
$$M = ESF + CIL/2$$

Equação 2
$$J0 = \left(-\frac{CIL}{2}\right) * \cos(2 * EIXO)$$

Equação 3
$$J45 = \left(-\frac{CIL}{2}\right) * \sin(2 * EIXO)$$

O vetor M (equivalente esférico) representa a componente esfero-cilíndrica (equação 1), enquanto J0 e J45 retratam a componente astigmática do erro refrativo, horizontal e oblíquo, respetivamente.

J0 descreve as diferenças no poder dióptrico entre o meridiano horizontal e vertical, sendo positivo para astigmatismo à regra e negativo para astigmatismo contra a regra (equação 2). J45 expressa o valor do astigmatismo oblíquo, sendo positivo para astigmatismo cujo eixo negativo está a 45° e negativo para astigmatismo cujo eixo negativo está a 135° (equação 3).

As diferentes ametropias foram definidas da seguinte forma para este estudo: Miopia com valor do componente M do erro refrativo obtido através do Plusoptix igual ou inferior a -0,50 D ($M \leq -0,50D$); emetropia para valores do erro refrativo M superiores a -0,50 D e inferiores a +0,50 D ($-0,50 < M < +0,50 D$); hipermetropia para valores de M iguais ou superiores a + 0,50 D ($M \geq +0,50 D$).

3.4.2. Comprimento axial e raio de curvatura

O valor do parâmetro biométrico do comprimento axial (CA) e do raio de curvatura (RC) nos meridianos de máxima e mínima potência da superfície corneal anterior central (queratometria) foram obtidos através do biômetro ótico IOL Master (Carl Zeiss, Alemanha). É um instrumento de não contato e foi calibrado antes de dar início às medições e ajustado para cada adolescente que, foi instruído para manter o olhar fixo, no ponto de fixação do IOL Master facultando como sugestão o olhar sobre o ponto de luz central que aparecia aquando da medição. Foram realizadas três medidas para ambos os parâmetros e a média dessas avaliações foi registada.



Figura 3.4. IOL Master.

3.4.3. Heteroforia em visão próxima

A heteroforia (ou foria) em visão próxima (fvp) foi medida através da asa de maddox.

Primeiramente foi explicado de forma sucinta o modo de funcionamento do instrumento. O adolescente agiu de forma autónoma na asa de maddox, sendo sempre lembrado que não poderia fechar nenhum dos olhos ou elevar a asa para uma posição paralela ao seu olhar.

Com boa luminosidade na sala foi entregue ao adolescente a asa de maddox e este ajustou-a para posterior avaliação do estado fórico em visão próxima. Através do septo contido na asa, as imagens dos dois olhos foram dissociadas, o olho direito via as setas (a seta branca vertical e a seta vermelha horizontal) e o olho esquerdo via as filas verticais e horizontais de números (figura 3.5a). Posteriormente o adolescente foi questionado sobre para que número a seta branca apontava. Quando o adolescente respondia que a seta branca apontava para o número zero, então era considerado ortofórico, pelo contrário se afirmava que a seta branca apontava para um número ou ponto à direita de zero, indicava endoforia. Se o valor se encontrava à esquerda de zero, então o adolescente era exofórico.

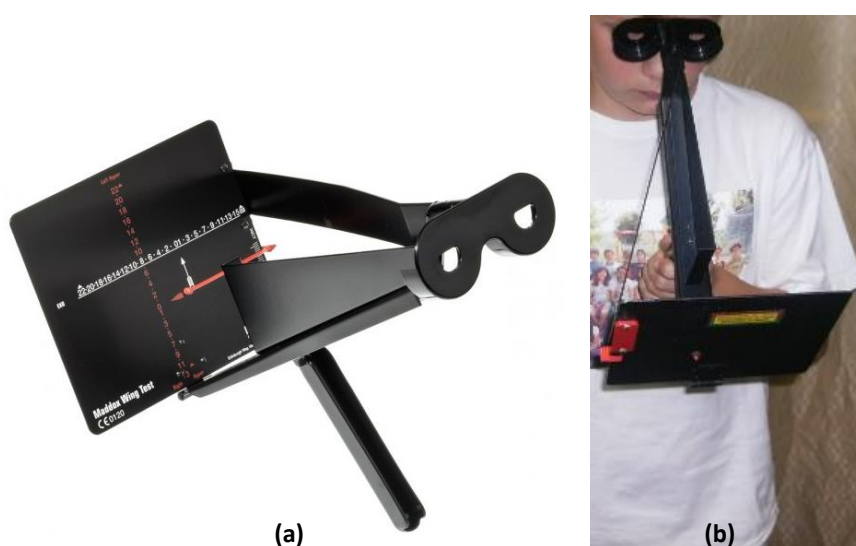


Figura 3.5. Asa de maddox (a) e manuseamento correto da asa de maddox (b).

3.5. Análise estatística

Os procedimentos estatísticos que a seguir se descrevem foram aplicados de forma a garantir a veracidade estatística das conclusões apresentadas. Utilizou-se o programa estatístico SPSS, versão 22,0, para a análise dos resultados.

3.5.1. Normalidade dos dados e homogeneidade de variâncias

O teste de *Kolmogorov-Smirnov* é um teste utilizado para verificar se a distribuição da amostra apresenta ou não a normalidade dos dados, e aplica-se quando se pretende verificar se a distribuição de uma variável se ajusta a uma distribuição teoricamente conhecida. Verifica-se a existência de normalidade da distribuição das variáveis para valores de significância estatística $p > 0,05$.

No caso da distribuição normal é o teste de aderência de *Kolmogorov-Smirnov* com correção de *Lilliefors* que se aplica quando se conhecem os parâmetros populacionais, ou seja, média e desvio padrão. Em rigor, quando se tem uma amostra superior a 50 observações pode-se realizar o teste de *Kolmogorov-Smirnov* com correção de *Lilliefors* mesmo que não se conheçam os seus parâmetros populacionais.

A homogeneidade de variâncias, calculada através do teste de *Levene*, é um fator de extrema importância pois, a potência dos testes paramétricos está assente no pressuposto da normalidade. O teste de *Levene* consiste em verificar se as variâncias das populações podem ser consideradas iguais nas várias categorias de um determinado fator (homogeneidade das variâncias). Verifica-se o pressuposto da homogeneidade para um valor de prova superior a 0,05.

Os resultados destes testes determinam qual o tipo de teste estatístico que se pode aplicar para efetuar as várias comparações; quando o pressuposto de normalidade é demonstrado podem aplicar-se os testes paramétricos. No caso de não se verificar o pressuposto da normalidade a potência dos testes paramétricos poderá estar comprometida e dever-se-á, então, aplicar testes não paramétricos equivalentes.

3.5.2. Testes paramétricos

O teste paramétrico usado, para comparar médias dos resultados em análise foi o teste *t de Student*, que foi utilizado quer para amostras emparelhadas quer para amostras independentes.

Nos testes paramétricos a questão central reside em saber se as médias da variável quantitativa apresentam os mesmos valores médios, para as várias categorias da variável qualitativa. Sendo assim:

Hipótese nula (H0): Não existe diferença entre as médias das variáveis, para cada um dos grupos.

Hipótese alternativa (H1): Existe diferença entre as médias das variáveis, para cada um dos grupos.

Quando o valor de prova é superior ao valor de referência de 5,0% (significância estatística $p > 0,05$) não se rejeita a hipótese nula, caso contrário rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a hipótese alternativa. Este valor corresponde à probabilidade de cometer um erro do tipo I, que é a probabilidade de rejeitar a hipótese nula, sendo a hipótese nula verdadeira. É este o erro máximo que está subjacente a todas as conclusões apresentadas neste trabalho.

3.5.3. Testes não paramétricos

Os testes não paramétricos usados foram o de *Wilcoxon*, *Mann-Whitney U test (M-W)* e o teste de *Kruskal-Wallis (K-W)*.

Nos testes não paramétricos avalia-se se as populações alvo de comparação têm ou não medianas iguais ou seja, se as medianas da variável quantitativa apresentam os mesmos valores para as várias categorias da variável qualitativa. Sendo assim:

Hipótese nula (H0): Não existe diferença entre as medianas das variáveis, para cada um dos grupos.

Hipótese alternativa (H1): Existe diferença entre as medianas das variáveis, para cada um dos grupos.

Quando o valor de prova é superior ao valor de referência de 5,0% ($p > 0,05$) não se rejeita a hipótese nula, caso contrário rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a hipótese alternativa ou seja, existem diferenças

3.5.4. Correlações

Os testes aos coeficientes de correlação linear de *Pearson* e correlação ordinal de *Spearman* aplicam-se quando se pretende testar se a relação entre duas variáveis existe.

O coeficiente de correlação de *Pearson* é uma medida da associação linear entre variáveis quantitativas e varia entre -1 e 1. A associação entre as variáveis é tanto maior quanto mais próximo este estiver dos valores extremos. Este coeficiente assume que os dados provêm de populações com distribuições normais, pelo que é necessário verificar a normalidade das suas distribuições. Quando a normalidade das distribuições não é verificada a análise através dos coeficientes de correlação de *Pearson* não é válida. Nesse caso, utiliza-se o coeficiente de correlação de *Spearman*, que não é sensível a assimetrias de distribuição, logo não exige a normalidade da distribuição das amostras.

Capítulo 4 – Apresentação dos resultados obtidos

No presente capítulo serão apresentados os resultados experimentais obtidos no decorrer de toda a atividade prática e teórica, com recurso a figuras, e tabelas para auxiliar a organização dos dados e posterior discussão dos mesmos.

Inicialmente será apresentada a descrição da população pelo número total de adolescentes por ano de escolaridade em estudo, sexo e idade, sendo de seguida efetuada a exposição dos resultados adquiridos nos questionários entregues aos encarregados de educação e aos adolescentes.

Em seguimento serão apresentadas as prevalências do estado refrativo, da direção do eixo do astigmatismo e do estado fórico em visão próxima (VP) nas duas fases de estudo, prosseguindo com a apresentação dos resultados obtidos nas duas avaliações (inverno e primavera) respeitantes à avaliação optométrica, como a refração axial e periférica, dados de biometria (CA), queratometria (RC) e o estado fórico em VP. Os resultados optométricos serão divididos, pela amostra no geral, por grupos refrativos (miópes, emétopes e hipermetropes), e por género, com a diferença (primavera-inverno) para cada componente de avaliação sendo indicado sempre o parâmetro estatístico usado. Relativamente aos resultados refrativos, será examinada a variação encontrada entre as duas fases de estudo para cada um dos componentes M, J0 e J45.

Por fim serão mostradas as correlações estatisticamente significativas existentes entre a variação ocorrida ao longo do estudo no M e CA médios com as variáveis apresentadas nos inquéritos.

4.1. Descrição da população

Foi obtida a aprovação de 129 encarregados de educação por escrito em como permitiam a realização da avaliação e a divulgação dos resultados, dos seus filhos ou educandos. Destes, participaram nas duas fases de recolha de dados 126 adolescentes, estudantes da escola básica 2/3 de Caldas das Taipas (Guimarães). Nenhum adolescente foi excluído(a), pois não foram referidas patologias oculares por parte dos encarregados de educação. Contudo, por falta de informação refrativa essencial para a caracterização da amostra, 4 adolescentes foram eliminados da base de dados, sendo que, a amostra final é constituída por 122 adolescentes, estudantes do ensino básico.

A figura 4.1 mostra que, a frequência relativa dos adolescentes por ano de escolaridade é semelhante para as turmas colaboradoras neste estudo, em maior número 32 adolescentes (26,2%) do 7º ano, seguido do 5º ano e 8º ano escolares com 31 (25,4%) e 30 (24,6%) adolescentes, respetivamente. Com um número ligeiramente menor, 29 adolescentes (23,8%) do 9º ano do ensino básico.

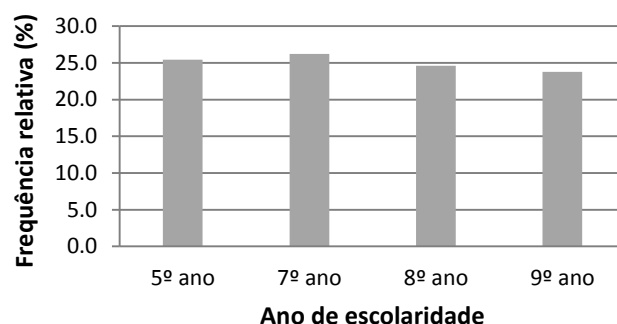


Figura 4.1. Distribuição da amostra por ano de escolaridade.

A população em estudo é constituída por 72 adolescentes do sexo feminino e 50 do sexo masculino, a figura 4.2 representa a proporcionalidade de ambos os sexos da população alvo. A idade média da população foi de $12,66 \pm 1,6$ anos (média \pm desvio padrão), variando entre os 10 e os 16 anos de idade, como se pode observar na figura 4.3. Estas idades são referentes à 1ª avaliação do estudo. Mais de 25% dos adolescentes tem 14 anos e menos de 5% tem 15 e 16 anos.

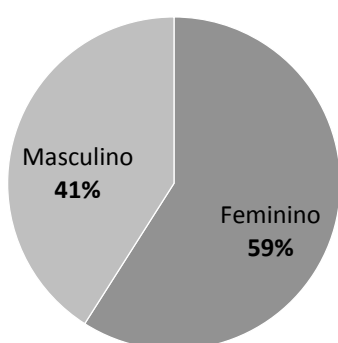


Figura 4.2. Distribuição da amostra por género.

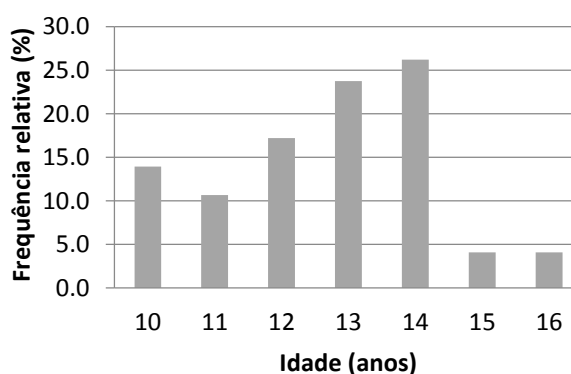


Figura 4.3. Distribuição da amostra por idade.

4.1.1. Resultados obtidos no questionário dos encarregados de educação

Neste subtópico de descrição da população em estudo são apresentados os resultados obtidos no inquérito cedido aos encarregados de educação dos adolescentes que participaram na investigação.

i) Historial de nascimento

Em resposta opcional ao questionário entregue aquando do consentimento, 61 mães referiram que não existiram quaisquer complicações ao longo da gravidez e parto, contrariamente, 12 delas reportaram a existência de algumas dificuldades.

Nasceram 17 adolescentes prematuramente e 93 a termo, a média \pm DP de 68 respostas sobre o tempo (em semanas) da duração da gestação foi de $38,7 \pm 2,5$ semanas. Analogamente a média \pm DP de peso de 82 recém-nascidos foi de $3,19 \pm 0,62$ kg. Num total de 105 respostas, 9 adolescentes estiveram na incubadora com uma duração média \pm DP de $11,33 \pm 8,56$ dias.

ii) Historial de saúde geral

No que diz respeito à saúde geral dos adolescentes, 116 encarregados de educação, referiram que 92 dos seus educandos não apresentavam qualquer problema de saúde em geral, enquanto 24 possuíam algum tipo de doença. Destes, 21 reportaram o tipo de problema em questão. Como mostra a figura 4.4, existe um maior predomínio para os problemas ligados ao foro do sistema respiratório, aproximadamente 71% dos 21 adolescentes.

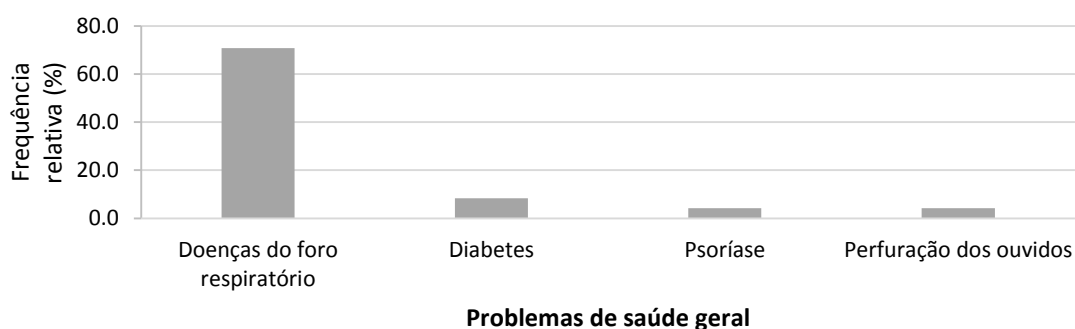


Figura 4.4. Distribuição de problemas de saúde gerais da população em estudo.

iii) **Historial de saúde ocular e refrativo**

Relativamente à saúde ocular os encarregados de educação responderam que 20 adolescentes em 118 possuíam algum tipo de problema de saúde ocular, como catarata ou queratocone. Contudo, a pergunta foi mal interpretada pois destes 20 adolescentes nenhum deles tinha de facto uma patologia ocular, mas sim erros refrativos, alguns deles significativos, com uma maior prevalência para a miopia e/ou astigmatismo, um dos quais com visão reduzida no OE.

Realizaram terapia visual 15 adolescentes, destes, 5 encarregados de educação reportaram o tipo de terapia visual, 2 adolescentes efetuaram terapia para corrigir a ambliopia e três deles fizeram exercícios de ortóptica. A média \pm DP de idade de começo da terapia visual foi de $8,00 \pm 2,66$ anos em 10 respostas obtidas.

Grande parte da população (80 adolescentes) já realizaram pelo menos uma consulta de optometria ou oftalmologia, 39 adolescentes nunca realizaram um exame visual. Em 75 adolescentes, a média \pm DP em meses desde a última consulta foi de $17,40 \pm 19,62$ meses. A figura 4.5 mostra que, o máximo de tempo da última consulta foi há 9 anos (108 meses) atrás, contrastando com 3 adolescentes que realizaram um exame visual há proximamente um mês, sendo o mínimo de tempo de uma consulta da amostra. A maior percentagem de adolescentes, 37,3%, realizaram a sua última consulta de oftalmologia ou optometria há 1 ano.

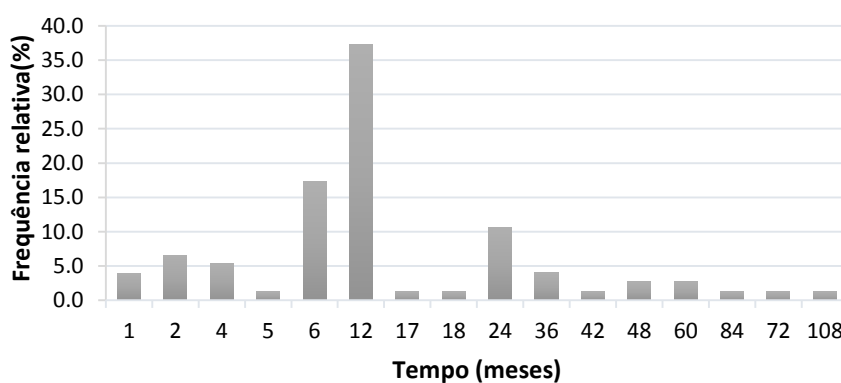


Figura 4.5. Distribuição do tempo da última consulta optométrica/oftalmológica.

Relativamente ao uso de correção ótica, 40,7% de 118 mães, usam algum tipo de compensação visual, seja o uso de óculos ou lentes de contacto. Uma percentagem menor é verificada para os pais e para os adolescentes, isto é, 31,4% de 118 pais possuem algum tipo de correção visual, seguindo-se os adolescentes, com 29,4% que corresponde a 35 adolescentes em 119 respostas obtidas.

No que diz respeito ao efeito, ou tipo da correção ótica, os adolescentes (filhos) têm uma maior percentagem no uso de compensação visual com efeito somente em visão de longe, com 54,3% de 35 adolescentes a possuírem este tipo de correção ótica. Já 47 mães e 37 pais destes adolescentes têm maiores percentagens em correções óticas progressivas (compensação para visão de longe juntamente com visão de perto na mesma lente) ou somente para visão de perto, como se observa na figura 4.6.

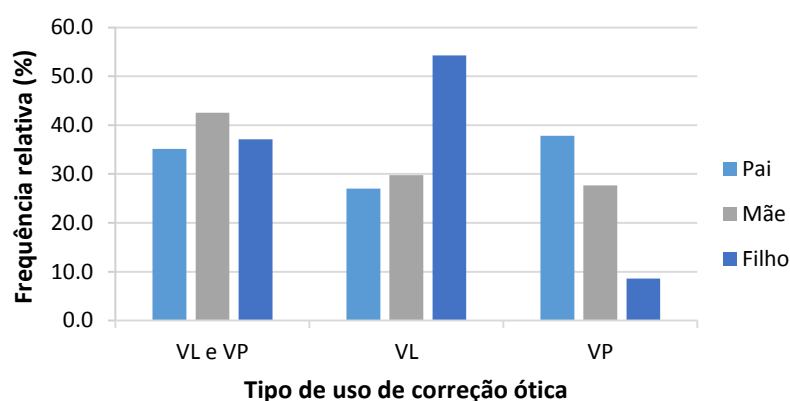


Figura 4.6. Distribuição do efeito do uso de correção ótica dos pais e adolescente.

A informação sobre a idade média \pm DP de começo do uso de alguma compensação visual também foi questionada, os adolescentes começaram a usar correção ótica mais cedo ($8,58 \pm 2,41$ anos) do que os seus progenitores, seguido pelas 48 mães ($28,2 \pm 14,7$ anos) que responderam a esta questão e com uma idade superior ($34,5 \pm 15,0$ anos) os pais (35 respostas).

iv) **Hábitos visuais (estudar/ar livre)**

As últimas questões apresentadas aos encarregados de educação tinham como intuito conhecer as atividades diárias por horas em que os educandos exercem trabalhos em visão próxima, como é o caso de estudar fora do período escolar e permanecer em atividades no exterior (passear no parque, caminhar, estar ao ar livre).

A figura 4.7 representa a frequência relativa do intervalo de horas despendidas pelos adolescentes a estudar, por dia, numa semana normal (excluindo as aulas). Os adolescentes estudam menos no verão (83,8% de 111 adolescentes), variando de não estudar até duas horas de estudo. Este horário mantém-se para a maioria dos adolescentes ao longo das quatro estações do ano.

Num intervalo de horas mais longo (6 a 8 horas), os encarregados de educação mencionaram que 2,7 % dos seus educandos despenderam deste horário a estudar nos meses do outono (112 respostas), inverno (113 respostas) e primavera (112 respostas). No verão nenhum adolescente foi referido dentro deste intervalo de tempo.

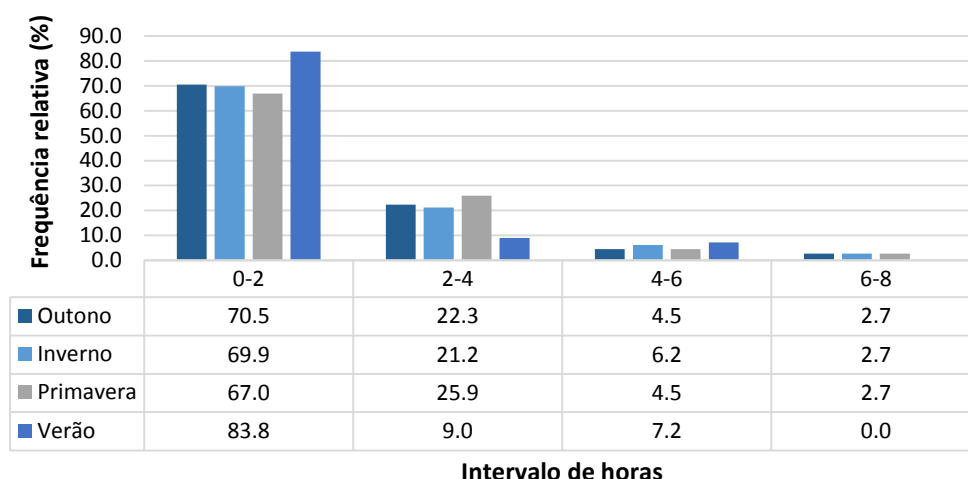


Figura 4.7. Distribuição do intervalo de horas por dia a estudar numa semana normal.

Em comparação ao tempo despendido em atividades no exterior (figura 4.8), os adolescentes passaram menos tempo ao ar livre (entre 0 a 2 horas) nos meses com dias mais curtos, no outono (60,4% de 111 adolescentes) e no inverno (71,2% de 111 adolescentes). Contrariamente, dispõe de mais tempo no exterior nos meses em que os dias são maiores, ou seja, durante a primavera estendendo-se ao verão, 50 adolescentes (45,0% em 111 respostas) despenderam até 4 horas ao ar livre na primavera e 36 (31,9% em 113 respostas) até 6 horas na estação mais quente do ano.

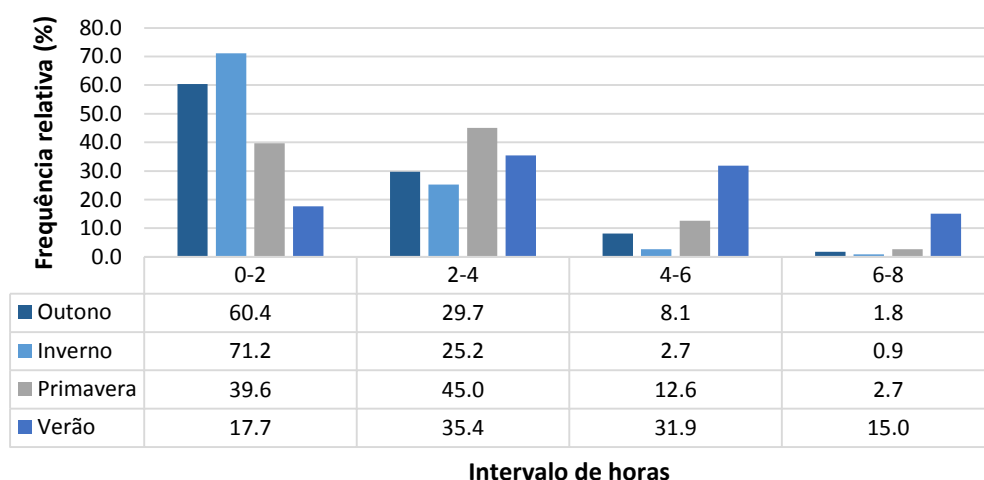


Figura 4.8. Distribuição do intervalo de horas por dia ao ar livre numa semana normal.

4.1.2. Resultados obtidos no questionário dos educandos

A partir dos inquéritos opcionais entregues aos adolescentes aquando das duas avaliações são apresentadas de seguida as respostas obtidas relativas às duas fases de estudo (inverno e primavera).

i) Origem dos pais e ligações familiares entre adolescentes

A população em estudo descende maioritariamente de raça branca, 98,4% dos pais e 99,2% das mães são de raça caucasiana, e justamente provenientes de Portugal (90,2% e 92,6% dos pais e mães respetivamente). Foram encontrados dois pais (1,64%) e uma mãe (0,82%) de origem africana.

Quanto a ligações familiares entre os adolescentes da amostra, foi questionado a presença de um irmão ou irmã na mesma escola. Apenas 8 adolescentes partilhavam um vínculo familiar, 1 par de irmãs gémeas, 1 par de irmãos gémeos (rapariga e rapaz) e 2 pares de irmãs com idades distintas.

ii) Mês de nascimento

Como se pode observar pela figura 4.9, a percentagem de aniversários no mês de Dezembro (13,9%) é superior relativamente aos outros meses, seguindo-se o mês de Setembro (11,5%). Com uma frequência relativa inferior (5,7%), sete adolescentes nasceram nos meses de Janeiro, Abril e Maio.

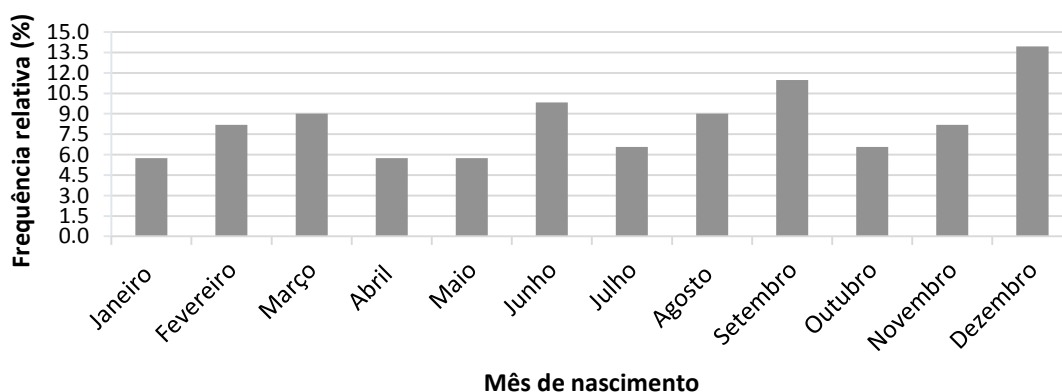


Figura 4.9. Distribuição do mês de nascimento da população.

iii) **Avaliação escolar**

Os adolescentes foram questionados sobre as suas notas em cada fase do estudo. Poderiam selecionar uma de três respostas, excelente quando as notas eram maioritariamente 4 e ou 5 (sem nenhum 3 e nenhuma negativa), razoável com uma avaliação no geral positiva (entre 3 e 4, sem nenhuma negativa). A última opção de resposta podia ser dada por aqueles que obtiveram pelo menos uma negativa na pauta escolar. Globalmente a avaliação escolar foi razoável no 1º período (53,3%) e 2º período (45,0%) escolares, como mostra a figura 4.10. Contudo, no 2º período escolar a percentagem de 120 respostas com pelo menos uma negativa aumentou ligeiramente, assim como a avaliação maioritariamente excelente.

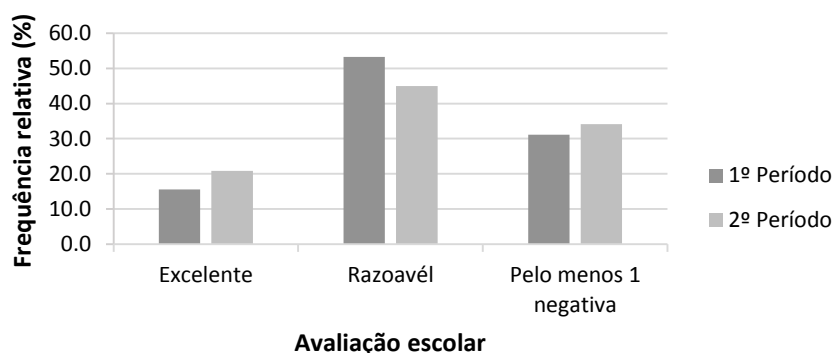


Figura 4.10. Distribuição da avaliação escolar da amostra.

iv) **Hábitos visuais (visão de perto/ar livre) durante a semana**

Os adolescentes também foram inquiridos sobre os seus hábitos visuais quotidianos. E desse modo, reponderam quantas horas despendiam por dia em atividades de visão próxima ao longo das duas fases de estudo. As atividades em visão próxima questionadas foram catalogadas como ver televisão, estudar, ler, escrever ou desenhar, jogar às cartas, xadrez ou jogos de tabuleiro, e estar ao computador.

A partir da figura 4.11 é possível observar que, no inverno durante a semana, 46,3% de 121 adolescentes (121 respostas) despenderam entre 1 a 2 horas de estudo diário, contrariamente jogos de xadrez, cartas e jogos de tabuleiro não foram ocupações muito procuradas, 60 adolescentes (50,0%) responderam que gastam menos de 1 hora por dia neste tipo de atividade de perto, assim como ler livros (52,5% de 122 adolescentes), e desenhar, escrever ou pintar (59,2% em 120 respostas), são das atividades menos investidas pelos adolescentes por dia. Ver televisão e estar ao computador 3 ou mais horas foi a resposta escolhida por 38 adolescentes (31,4%).

No geral os adolescentes empregaram mais tempo por dia a estudar, ver televisão e estar ao computador durante a semana no inverno.

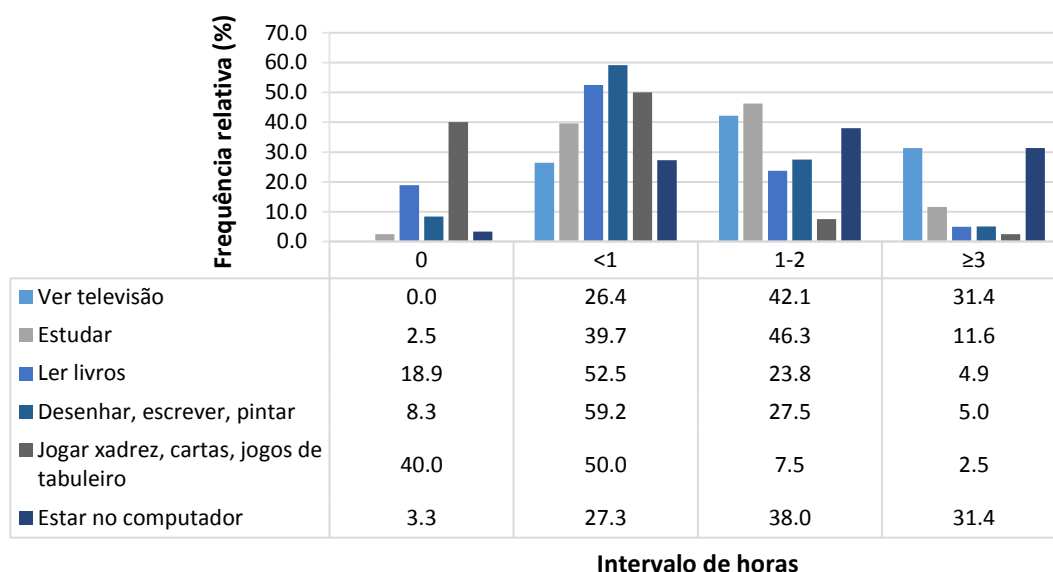


Figura 4.11. Distribuição do número de horas por dia em atividades de visão próxima durante a semana no inverno.

Com a chegada da primavera, os adolescentes despenderam menos tempo a ver televisão, estudar ou estar no computador em relação ao inverno, ainda assim na figura 4.12 é possível constatar que tal como na 1ª fase de recolha de dados os adolescentes gastaram mais tempo por dia durante a semana a ver televisão, estudar e estar ao computador. Contudo o tempo despendido nestas atividades diminuiu com a chegada dos dias mais longos e quentes. Nesta estação do ano, 24 adolescentes (20,0%) afirmaram que consumiram 3 ou mais horas a ver televisão ao passo que no inverno 38 adolescentes escolheram a mesma resposta. Todas as outras atividades listadas continuaram nas menos investidas, para ocuparem o seu tempo ao longo da semana na primavera. Menos de 1 hora a ler livros por dia durante a semana foi a resposta escolhida por 76 adolescentes (62,8%). Desenhar, escrever ou pintar e jogar jogos de xadrez, cartas ou jogos de tabuleiro continuaram a ser classificados em atividades com uma duração inferior a 1 hora por dia, com 63 e 51 respostas obtidas respetivamente. Estudar ocupa na sua maioria duas posições selecionadas por 118 adolescentes, que empregaram menos de 1 hora ou entre 1 e 2 horas diárias nesta tarefa de visão de perto.

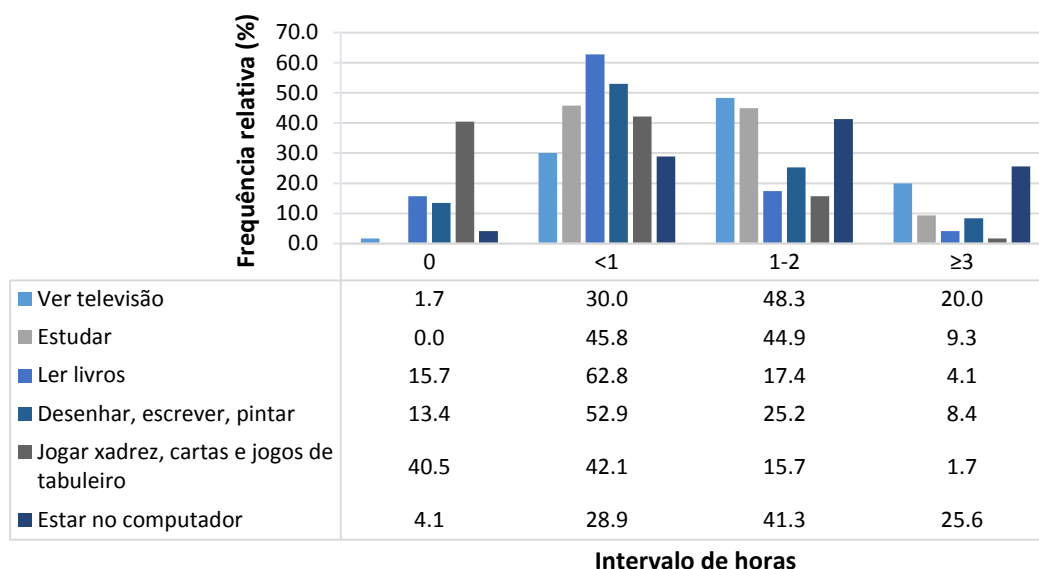


Figura 4.12. Distribuição do número de horas por dia em atividades de visão próxima durante a semana na primavera.

Relativamente às atividades no exterior ao ar livre durante a semana (figura 4.13) os adolescentes despenderam de mais tempo fora de interiores na primavera: 23 de 121 adolescentes (19,0%) dedicaram 3 ou mais horas em atividades ao ar livre por dia. Contrariamente, na estação mais fria (inverno), empregaram na sua maioria, menos de 1 hora ao ar livre (56 de 122 adolescentes). Apenas 11,5% dos adolescentes referiram um intervalo de tempo no exterior de 3 ou mais horas nesta estação. Os adolescentes permaneceram mais tempo em interiores, espaços fechados com o tempo mais húmido e em dias mais curtos (inverno). O que se modifica com o avanço dos dias para uma estação mais quente (primavera) que apela às saídas para o exterior, e por isso, ao ar livre.

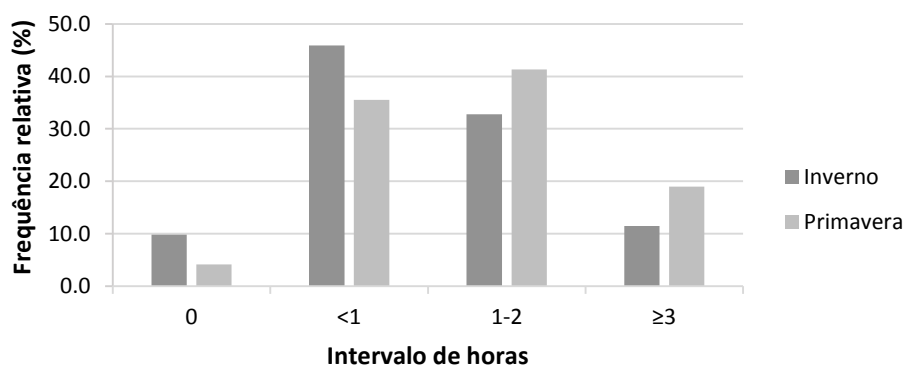


Figura 4.13. Distribuição do número de horas por dia em atividades ao ar livre durante a semana no inverno e na primavera.

v) Hábitos visuais (visão de perto/ar livre) durante o fim de semana

A figura 4.14 apresenta as atividades de perto durante os fins de semana no inverno e mostra que a escolha dos adolescentes focou-se em maior número nas atividades como ver televisão, 37,6% de 109 adolescentes afirmaram que ocupavam o seu tempo a ver televisão 1 ou 2 horas por dia ao fim de semana e estar ao computador, 41 adolescentes em 109 mencionaram o uso de computador 3 ou mais horas por dia aos fins de semana. Contrariamente, estudaram menos ao fim de semana, 49,1% de 110 adolescentes responderam que despendiam menos de 1 hora por dia a estudar. Também aos fins de semana todas as outras atividades foram pouco procuradas, como ler livros (44,0% em 109 adolescentes), escrever, desenhar ou pintar (50,0% em 108 respostas), jogar xadrez, cartas, jogos de tabuleiro (47,3% em 110 respostas), foram na maioria classificadas com menos de 1 hora por dia de dedicação a estas atividades de visão próxima.

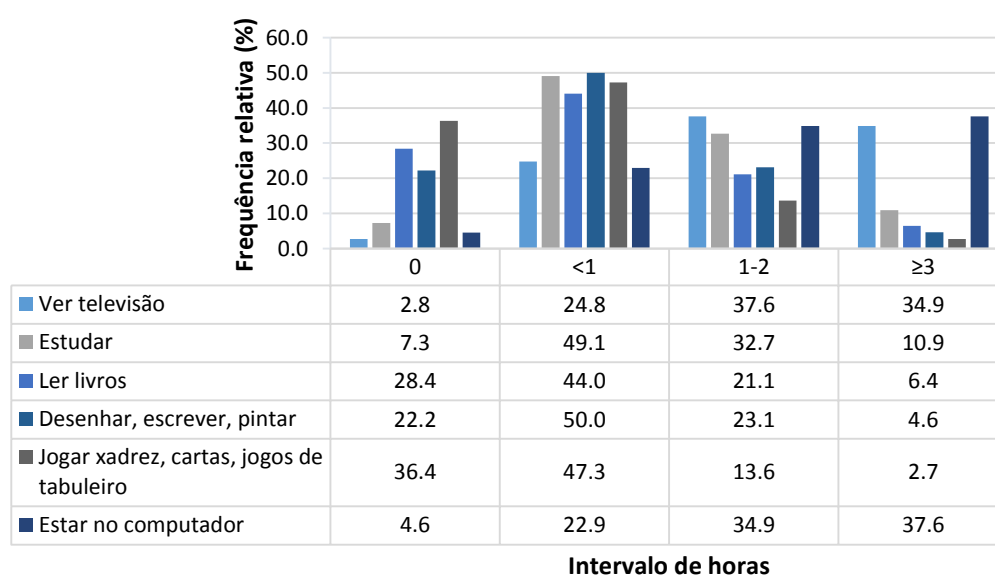


Figura 4.14. Distribuição do número de horas por dia em atividades de visão próxima durante o fim de semana no inverno.

Ao fim de quatro meses (primavera), as respostas obtidas para as atividades em visão próxima ao fim de semana não diferiram muito das obtidas na 1ª fase de avaliação (figura 4.15). Contudo, os adolescentes despenderam menos tempo diário a ver televisão e estar ao computador. Com um intervalo de tempo diário de 1 a 2 horas, 54 adolescentes referiram que dedicavam à televisão. Estar ao computador 3 ou mais horas foi a resposta escolhida por 39 adolescentes nesta estação do ano ao fim de semana.

Estudar tal como no inverno manteve-se praticamente constante, 33,9% de 115 adolescentes mencionaram que gastavam entre 1 a 2 horas por dia durante o fim de semana nesta atividade. De igual forma aos fins de semana não se verificou uma preferência pelas atividades como ler livros, escrever, desenhar ou pintar e jogar xadrez, cartas ou jogos de tabuleiro, a maioria dos adolescentes despenderam menos de 1 hora ou mesmo nenhum tempo nestas atividades visuais de visão próxima, 63, 59 e 54 adolescentes reponderam que por dia gastaram em média menos de 1 hora nas respetivas atividades ao fim de semana na estação primaveril.

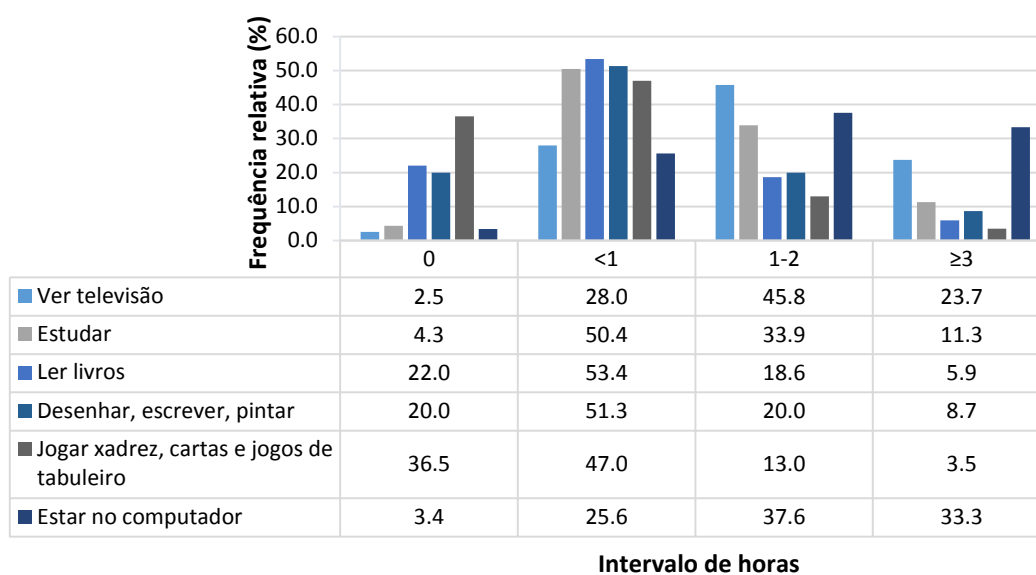


Figura 4.15. Distribuição do número de horas por dia em atividades de visão próxima durante o fim de semana na primavera.

O número de horas ao ar livre aumentou ao fim de semana (figura 4.16) para as duas estações em comparação à semana. No inverno 45 (41,3%) de 109 adolescentes estiveram entre 1 a 2 horas diárias em atividades no exterior. Enquanto na estação primaveril, 32 adolescentes de 117 (27,4%) despenderam de 3 ou mais horas ao ar livre.

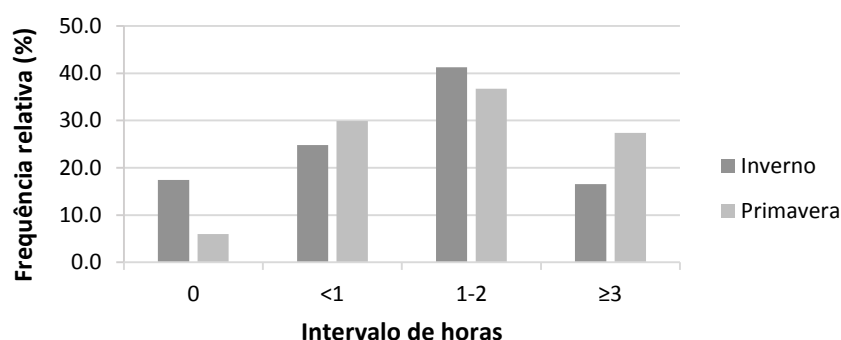


Figura 4.16. Distribuição do número de horas por dia em atividades ao ar livre durante o fim de semana.

vi) Hábitos visuais (interior/exterior) nas férias escolares

Analogamente à exposição exterior/interior, 119 adolescentes referenciaram que nas férias de natal estiveram principalmente dentro de casa e ocasionalmente até 2 horas ao ar livre (58,8% dos adolescentes), somente 18,5% mencionaram que despenderam de mais tempo no exterior nesta época, o que se pode observar através da figura 4.17. Com o avanço dos dias mais longos 36% dos adolescentes permaneceram sobre quantidades de tempo iguais durante as férias da páscoa tanto em interiores como ao ar livre já 32% de 121 adolescentes referiram mais tempo no exterior e até duas horas dentro de casa.

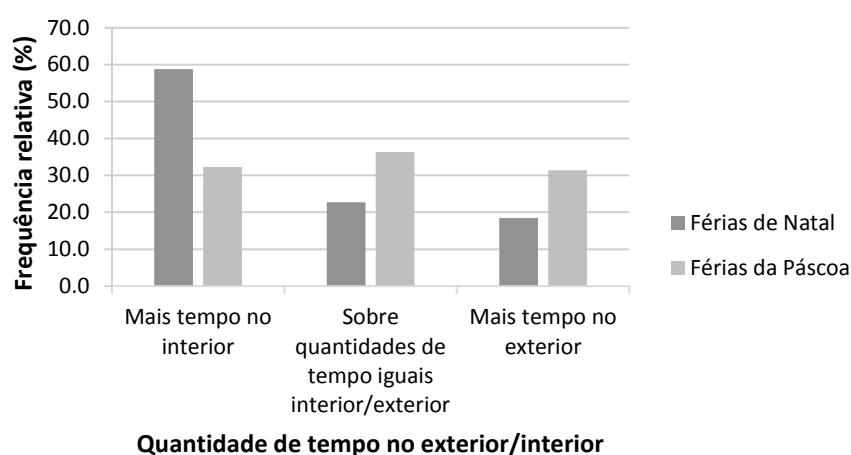


Figura 4.17. Distribuição da exposição exterior/interior da população durante as férias de natal e da páscoa.

vii) Prática de atividade física ou lúdica

A percentagem de adolescentes que praticava algum desporto ou atividade física foi igual em ambas as fases da investigação, 58% de 121 e 122 adolescentes no inverno e primavera respetivamente, responderam que sim contrariamente, 42% relataram não praticar qualquer desporto físico ou atividade lúdica. Na estação mais fria do ano, despenderam em média \pm DP 3,11 \pm 1,82 horas por semana nestas atividades, o valor máximo em horas registado foi de 7 horas semanais. Similarmente na primavera, praticaram em média \pm DP 3,31 \pm 2,52 horas de alguma atividade física ou lúdica sendo o máximo obtido de 15 horas por semana, superior ao obtido no inverno (7 horas).

A figura 4.18 mostra que, durante as duas fases de estudo os adolescentes praticavam desporto maioritariamente dentro de ginásios e estabelecimentos destinados a atividades como por exemplo, música e dança, 52,9% e 59,2% no inverno e na primavera, respetivamente.

Em ambas as estações a minoria da população em estudo exercia alguma atividade física ou lúdica tanto no exterior (ar livre) como no interior de estabelecimentos. A prática de algum tipo de desporto ao ar livre manteve-se praticamente igual nas duas fases de estudo.

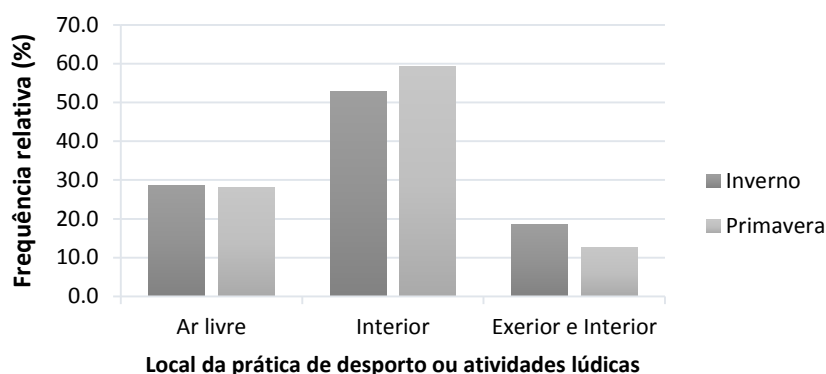


Figura 4.18. Distribuição do local da prática desportiva ou atividade lúdica da amostra.

viii) Luz durante o período noturno

Ao longo da infância 33% de 119 adolescentes referiram que por vezes adormeciam com a luz ligada ou com alguma fonte de luminosidade no quarto (figura 4.19). Contrariamente, 20% dos adolescentes afirmaram que nunca estiveram sujeitos à presença de luz no período noturno infantil.

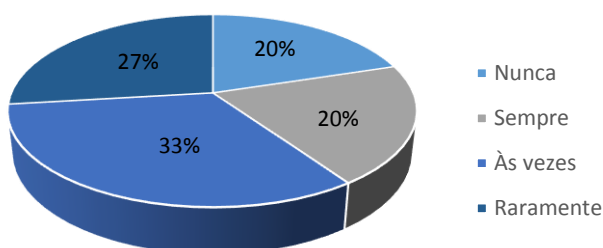


Figura 4.19. Distribuição do tempo com luz no período noturno da amostra durante a infância.

Observando a figura 4.20 é possível constatar que, na adolescência a grande maioria nunca dispôs de qualquer fonte de luminosidade nas duas estações em estudo: 74,4% de 121 adolescentes no inverno e 71,7% de 120 adolescentes na primavera. Com o aproximar dos dias mais claros e longos, na primavera 15,0% dos adolescentes referiram que raramente dispuseram de luz ou de algum tipo de clareza durante o sono no período noturno.

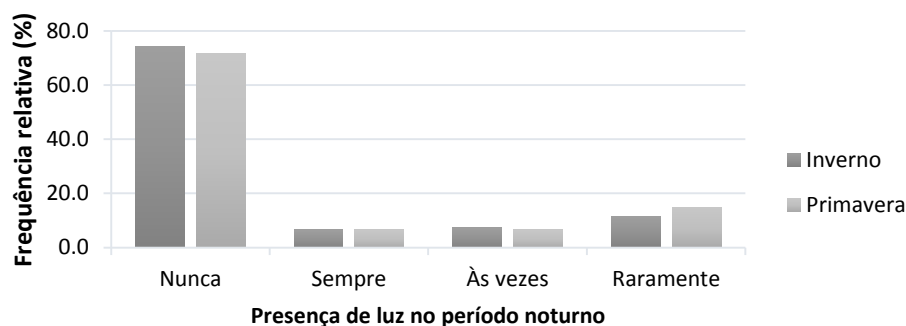


Figura 4.20. Distribuição da presença de luminosidade durante o período noturno da amostra nas duas fases de estudo.

ix) Amamentação e alimentação

No que respeita à lactação, a figura 4.21 mostra que, 79% de 121 adolescentes afirmaram que a amamentação pós-natal foi materna e apenas 7% referiu o uso de produtos lácteos.

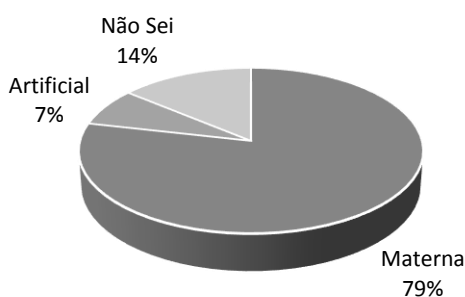


Figura 4.21. Distribuição do tipo de amamentação da amostra.

Relativamente à alimentação quotidiana dos adolescentes foram feitas duas questões, a primeira com referência ao uso de cereais processados que em geral são utilizados como nutrição matinal. A figura 4.21 apresenta a distribuição do número de vezes por semana que os adolescentes consomem cereais, 120 adolescentes responderam a esta questão nas duas fases de estudo, 23,3% reportaram que nunca ou raramente consumiram este tipo de nutrição. No inverno 28,3% dos adolescentes ingeriram cereais processados entre 2 a 6 vezes e 30,8% sempre, um valor que é superior ao encontrado na primavera, onde os adolescentes consomem este tipo de alimentação em menor quantidade.

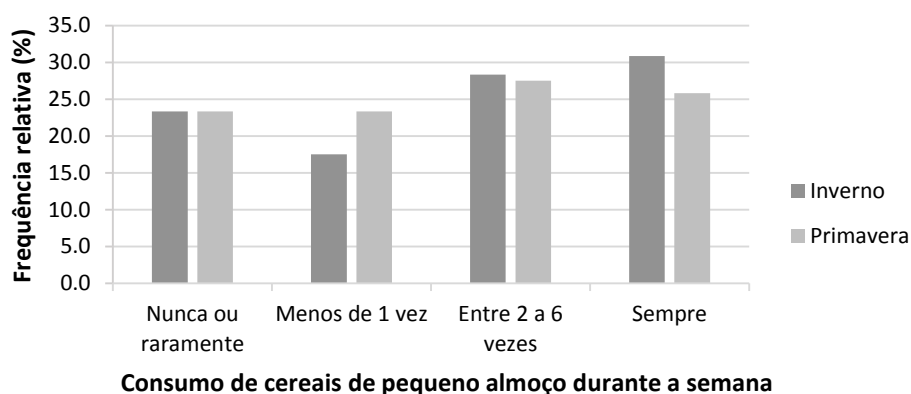


Figura 4.22. Distribuição da quantidade de vezes que a amostra ingere cereais por semana.

A segunda questão relativa à alimentação aludia ao número de vezes por semana que os adolescentes consumiram alimentos baseados em comida *fast-food*, onde foram obtidas 120 respostas nas duas estações de estudo. Nunca ou raramente foi a opção escolhida pela grande maioria da amostra em ambas as fases de estudo (inverno e primavera) com um ligeiro aumento no consumo deste tipo de alimentação na estação primaveril (figura 4.23), 1,7% da população em estudo afirmou que ingere este tipo de alimentos entre 4 a 6 vezes por semana.

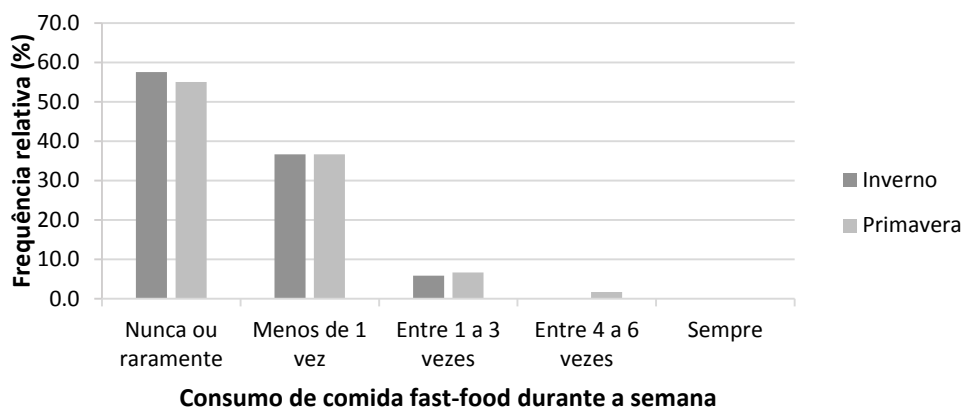


Figura 4.23. Distribuição do número de vezes que a amostra consome alimentos fast-food por semana.

x) Zona de residência e tipo de habitação

A zona de habitação e a área de residência também foram questionadas aos adolescentes, tendo como opção viver em cidade, aldeia ou vila. Em prosseguimento a esta questão os adolescentes também referiram o tipo de habitação, isto é se habitavam numa casa que geralmente tem mais hipóteses de atividades no exterior ou apartamento, que é um espaço mais restringido a este tipo de atividades.

Em resposta sobre o local e tipo de residência (figura 4.24) os adolescentes responderam que habitavam maioritariamente em vilas (55%) e aldeias (43%), apenas 2% da amostra residia na cidade em 122 respostas obtidas. O tipo de habitação foi mencionado por 120 adolescentes dos quais 65% responderam que habitavam numa casa e em menor quantidade num apartamento (35%).

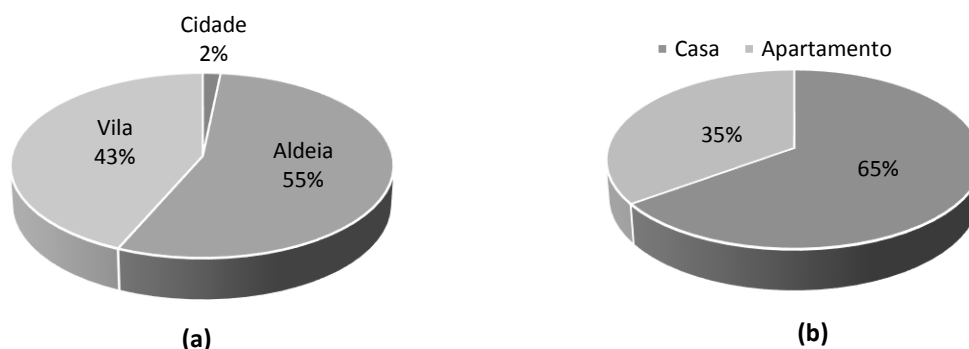


Figura 4.24. Distribuição do local (a) e tipo (b) de residência da população.

De forma a completar a questão sobre a residência pessoal do adolescente, foi questionado o andar em que residia. A figura 4.25 mostra que, 29,5% de 44 adolescentes que responderam a esta questão habitavam no 2º andar e somente 2,3% residia no 10º andar.

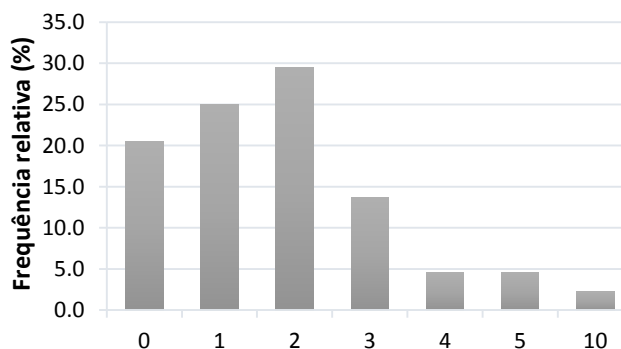


Figura 4.25. Distribuição do andar de habitação da amostra.

Na segunda fase do estudo este fator foi novamente questionado, dois adolescentes mudaram da zona de residência, de uma vila passando para uma aldeia, meramente um aluno alterou o tipo de habitação passando a viver numa casa ao invés de apartamento.

xij) Posição ocupada na sala de aula

A disposição do adolescente na sala de aula também foi questionada pela sua posição em relação às janelas laterais e mesa. As salas de aulas eram compostas de forma geral por três filas de mesas, uma perto da janela, a do meio e por último a fila que ficava mais afastada das janelas laterais. A distribuição por mesas também foi obtida, os 122 adolescentes poderiam ocupar as mesas mais à frente e perto do quadro educativo, as mesas do meio e por fim as últimas mesas que ficavam mais afastadas do quadro. A figura 4.26 mostra que, no global os alunos distribuíam-se maioritariamente na fila perto da janela (38%) e na fila do meio (37%). Quanto às mesas que ocupavam, 39% dos alunos responderam que estavam distribuídos nas mesas do meio da sala.



Figura 4.26. Distribuição da posição na sala de aula da amostra em relação às janelas (a) e às mesas (b) ocupadas.

Na segunda fase de recolha de dados 9 adolescentes referiram que a sua posição na sala de aula tinha sido alterada.

xii) Escalão Escolar

Na ação social escolar existem auxílios económicos que se constituem como uma modalidade de apoio destinado aos adolescentes dos agregados familiares mais desfavorecidos, combatendo os encargos inerentes ao prosseguimento da escolaridade. Este parâmetro pode utilizar-se como um indicador de posição socioeconómica, que contempla 2 escalões para atribuição de subsídios:

- Escalão A- Subsídio para livros, material escolar e almoço.
- Escalão B - metade do valor da comparticipação dada ao escalão A.

A figura 4.27 representa a distribuição do escalão escolar na população estudada (122 adolescentes). O escalão A refere-se ao grupo de adolescentes com famílias mais desfavorecidas, 22% da amostra possuía este tipo de auxílio escolar. Sem nenhum apoio monetário encontrava-se 47% da população, e 31% dos adolescentes possuem metade do valor da comparticipação dada ao escalão A (escalão B).

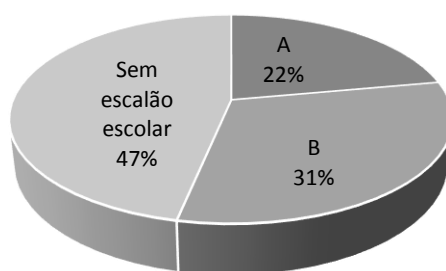


Figura 4.27. Distribuição do tipo de escalão escolar da amostra.

4.2. Prevalência do erro refrativo e da orientação do eixo do astigmatismo

Examinando a prevalência das ametropias na 1ª e 2ª avaliação (figura 4.28), verificou-se que, a população em geral possuía uma maior prevalência de emetropia (55,7% e 58,2% no inverno e primavera respetivamente). Durante a primeira etapa de recolha de dados encontraram-se 68 adolescentes emétopes, 29 míopes, e em menor número, 25 adolescentes hipermétropes. Na primavera o número de emétopes aumentou abrangendo 71 adolescentes, ao passo que a porção de adolescentes hipermétropes diminuiu para 23. Apenas uma aluna que foi encontrada como míope (na linha de corte) na primeira fase de recolha de dados, deixou de ser considerada como tal na segunda fase do estudo, passando a ser englobada no grupo de emétopes.

Não existiu nenhum caso em que, algum adolescente analisado tenha passado diretamente de hipermetrope para míope, nem nenhum caso de míopes que se tenham tornado hipermétropes. Os emétopes mantiveram-se como tal ao fim de quatro meses de estudo não se tendo verificado casos de mudança de erro refrativo de emetropia para hipermetropia.

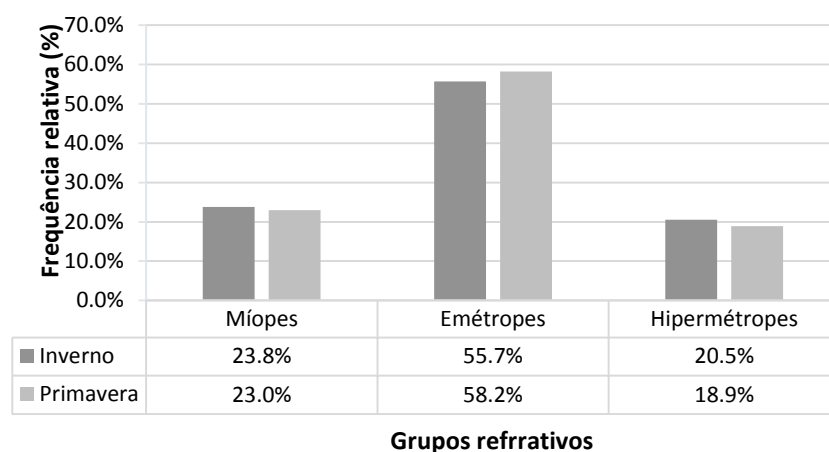


Figura 4.28. Distribuição da prevalência das ametropias nas duas fases de estudo.

Quanto à prevalência dos erros refrativos, por género, como se pode observar na tabela 4.1, a emetropia foi o erro refrativo com maior prevalência para o sexo masculino e feminino nas duas fases de avaliação. Verificou-se que o número de adolescentes (raparigas e rapazes) emétopes aumentou na primavera e o número de hipermétopes diminuiu.

O número de adolescentes do sexo masculino míopes manteve-se constante do inverno para a primavera. Contrariamente o número de raparigas míopes diminuiu de 16 para 15 na 2ª fase de avaliação.

Tabela 4.1. Distribuição da prevalência das ametropias nas duas fases de estudo por género.

Género	Estação	Miopia (%)	Emetropia (%)	Hipermetropia (%)
		($M \leq -0,50$ D)	($-0,50 < M < 0,50$ D)	($M \geq 0,50$ D)
Masculino	Inverno	26,0	52,0	22,0
	Primavera	26,0	54,0	20,0
Feminino	Inverno	22,2	58,3	19,4
	Primavera	20,8	61,1	18,1

M, esfera equivalente.

Relativamente à direção do eixo de maior potência negativa (figura 4.29) verificou-se que a maioria dos casos de astigmatismo apresentava o eixo à regra ou direto ($180^\circ \pm 20^\circ$) em ambas as fases de estudo. Uma menor prevalência foi encontrada para a orientação do eixo contra a regra ($90^\circ \pm 20^\circ$). Na primavera, a prevalência do eixo do astigmatismo contra a regra e oblíquo diminuiu, e verificou-se um aumento do número de adolescentes com o eixo do astigmatismo à regra.

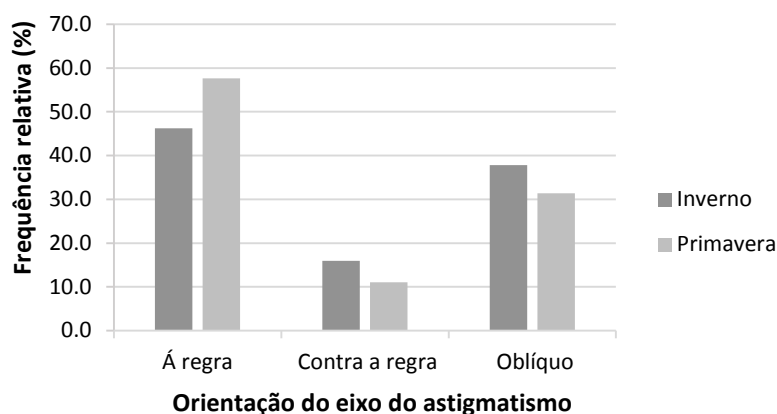


Figura 4.29. Distribuição da direção do eixo do astigmatismo da amostra.

4.3. Prevalência do estado fórico em visão próxima

A figura 4.30 apresenta a prevalência da foria em visão próxima dos adolescentes na 1ª e 2ª fase de estudo. O número de adolescentes ortofóricos diminuiu do inverno (60) para a primavera (45).

Na 2ª fase de avaliação verificou-se um aumento na prevalência de exoforia e endoforia. O desvio menos frequente nos adolescentes foi a endoforia.

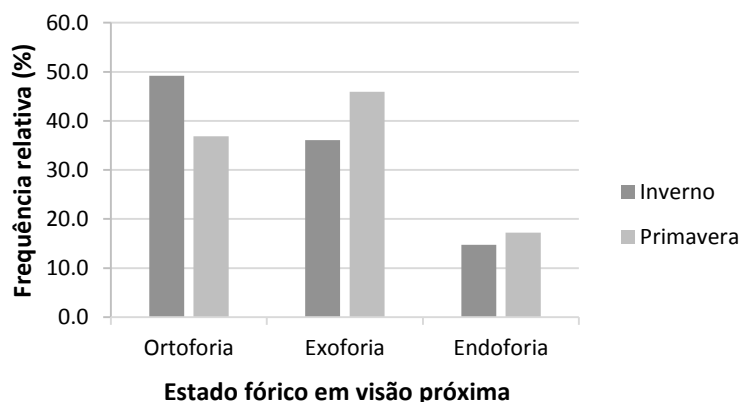


Figura 4.30. Distribuição da foria em visão próxima.

4.4. Resultados do erro refrativo da 1ª e 2ª avaliação

Neste ponto são apresentados os resultados da refração central, periférica temporal e superior a 25° de excentricidade, com as variações ocorridas resultantes da 1ª e 2ª fase do estudo e é feita uma análise estatística com a finalidade de determinar se essa variação é ou não estatisticamente significativa. Pretende-se também analisar estatisticamente se existe relação entre os grupos refrativos e género.

4.4.1. Refração central

i) Equivalente esférico

Pela observação da tabela 4.2 verifica-se que, as variações médias ocorridas não são estatisticamente significativas para a componente de esfera equivalente na amostra geral, nos três grupos refrativos isolados e por género ($p \geq 0,05$).

Na amostra total para a refração central o valor médio $M \pm DP$ obtido, entre as duas avaliações, manteve-se praticamente inalterado, atingindo um valor ligeiramente mais negativo na primavera, exibindo por isso uma tênue tendência miópica. Contudo a variação de $-0,03 \pm 0,39$ D ocorrida não foi estatisticamente significativa ($p=0,560$). O valor médio obtido no inverno para a esfera e cilindro foi de $-0,01 \pm 1,31$ D e $-0,58 \pm 0,75$ D respetivamente. Na primavera estes valores aumentaram ligeiramente no sentido negativo ($-0,02 \pm 1,35$ D para a esfera e $-0,61 \pm 0,76$ D para o cilindro). A variação média ocorrida foi estatisticamente significativa para o cilindro ($p= 0,041$) mas não para a esfera ($p= 0,833$).

O valor médio de M para a refração axial no grupo miópico entre as duas avaliações, manteve-se praticamente constante , sendo nas duas fases de avaliação inferior a $-3,00$ D.

A variação média de M encontrada no grupo de emétopes ($-0,03 \pm 0,36$ D) e hipermetropes ($-0,09 \pm 0,32$ D) embora não tenha sido estatisticamente significativa ($p \geq 0,05$) revelou um progresso no sentido negativo, sendo que foi superior para o grupo de adolescentes hipermetropes, o que é justificado pela menor prevalência de hipermetropia e consequentemente uma maior prevalência de emetropia na primavera.

Analisando o valor de refração central média por género verificou-se que, o sexo masculino exibiu um valor de M médio mais negativo em relação ao sexo feminino, sendo a variação média ocorrida de $-0,10 \pm 0,43$ D, e por isso, os rapazes apresentaram um aumento no sentido miópico ao longo das duas estações em estudo, embora essa variação não tenha sido estatisticamente significativa ($p= 0,191$). Observando os valores médios de M obtidos para o sexo feminino é possível constatar que, a variação ocorrida foi muito pequena sendo que este valor diminuiu no sentido positivo em $0,02 \pm 0,36$ D na 2ª avaliação, não sendo estatisticamente significativa ($p=0,689$).

Uma vez que o erro refrativo é determinado com base no valor de M, existem diferenças estatisticamente significativas para este componente por grupos refrativos ($p < 0,001$). No entanto não se verificaram diferenças estatisticamente significativas para o valor de M entre os grupos divididos por género ($p \geq 0,05$), pois o valor de M médio encontrado nas duas fases de estudo é semelhante para os dois grupos. As diferenças observadas e que são estatisticamente significativas ilustram-se graficamente na figura 4.31.

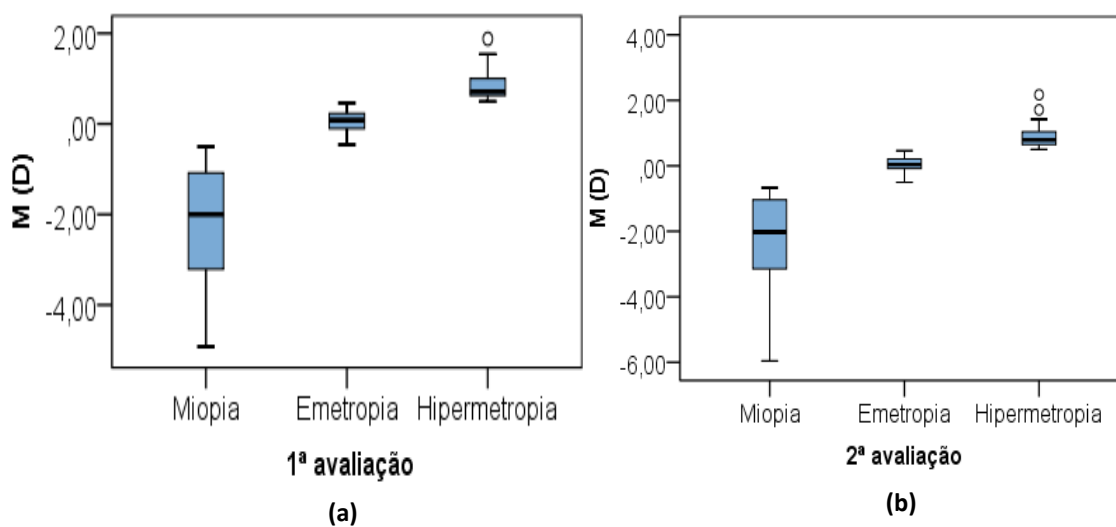


Figura 4.31. Valor médio do componente M central agrupado por grupos refrativos para a 1ª avaliação (a) e para a 2ª avaliação (b).

ii) Componente astigmática J0

A variação média ocorrida para a componente astigmática J0 foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para a amostra total, para a população dividida por grupos refrativos e por género (tabela 4.2). Na primavera foi encontrado um valor médio positivo e superior de J0 em comparação ao inverno para a amostra total, para os grupos refrativos e para o sexo masculino e feminino. Este aumento, embora pequeno, revela um aumento de astigmatismo à regra (ou uma diminuição do astigmatismo contra a regra).

Entre os três grupos refrativos e diferente género para a componente do astigmatismo J0, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas ($p \geq 0,05$).

iii) *Componente astigmática J45*

Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas ($p \geq 0,05$) para o componente do astigmatismo oblíquo J45, no erro refrativo central, entre as duas fases de estudo, uma vez que esta componente não apresenta uma variação significativa sobre os seus valores médios, mantendo-se praticamente constante no decorrer do estudo (tabela 4.2) para a amostra total, grupos refrativos analisados isoladamente e para ambos os géneros masculino e feminino.

A relação entre os três grupos refrativos e entre género não revelaram diferenças estatisticamente significativas entre si ($p \geq 0,05$).

Tabela 4.2. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para a refração axial da amostra geral, dividida por grupos refrativos e por gênero.

		1ª Avaliação (Inverno)	2ª Avaliação (Primavera)	Variação	p	
Amostra total		M	-0,29 ± 1,29	-0,32 ± 1,31	-0,03 ± 0,39	0,560 ^a
		J0	0,16 ± 0,39	0,21 ± 0,37	0,05 ± 0,10	p<0,001^a
		J45	-0,04 ± 0,21	-0,04 ± 0,22	0,00 ± 0,08	0,979 ^a
Grupos refrativos	Míopes	M	-2,15 ± 1,35	-2,11 ± 1,48	0,03 ± 0,52	0,745 ^b
		J0	0,29 ± 0,59	0,34 ± 0,54	0,06 ± 0,13	0,006^a
		J45	-0,01 ± 0,15	0,00 ± 0,15	0,01 ± 0,10	0,772 ^b
	Emétopes	M	0,07 ± 0,24	0,04 ± 0,38	-0,03 ± 0,36	0,617 ^a
		J0	0,10 ± 0,21	0,14 ± 0,20	0,04 ± 0,09	p<0,001^a
		J45	-0,02 ± 0,09	-0,02 ± 0,10	0,00 ± 0,06	0,666 ^b
	Hipermétropes	M	0,87 ± 0,37	0,78 ± 0,48	-0,09 ± 0,32	0,217 ^a
		J0	0,17 ± 0,44	0,23 ± 0,46	0,06 ± 0,10	0,007^a
		J45	-0,14 ± 0,39	-0,13 ± 0,42	0,01 ± 0,11	0,721 ^a
	p	M	p<0,001^e	p<0,001^e		
		J0	0,719 ^e	0,220 ^e		
		J45	0,087 ^e	0,226 ^e		
Gênero	Masculino	M	-0,37 ± 1,59	-0,47 ± 1,64	-0,10 ± 0,43	0,191 ^c
		J0	0,14 ± 0,32	0,19 ± 0,35	0,06 ± 0,09	p<0,001^c
		J45	-0,06 ± 0,29	-0,06 ± 0,31	0,00 ± 0,08	0,834 ^c
	Feminino	M	-0,23 ± 1,04	-0,21 ± 1,03	0,02 ± 0,36	0,689 ^c
		J0	0,17 ± 0,43	0,22 ± 0,39	0,04 ± 0,11	p<0,001^c
		J45	-0,03 ± 0,12	-0,02 ± 0,13	0,00 ± 0,09	0,636 ^b
	p	M	0,420 ^c	0,892 ^c		
		J0	0,519 ^c	0,647 ^c		
		J45	0,764 ^c	0,803 ^c		

Os resultados cujas variações são estatisticamente significativas estão apresentados a negrito.

^aTeste de Wilcoxon; ^bT-test para amostras emparelhadas; ^cMann-Whitney; ^dT-test para amostras independentes;

^eTeste de Kruskal-Wallis; p= p-value.

4.4.2. Refração periférica temporal

i) *Equivalente esférico*

Observando a tabela 4.3 é possível constatar que o erro refrativo na periferia temporal da retina (25° de excentricidade) do grupo de alunos míopes é diferente do grupo de emétopes e hipermétropes, estes com valores mais aproximados.

No grupo de míopes verificou-se uma variação na retina periférica temporal, da 1ª para a 2ª avaliação, no sentido de um aumento de miopia, contudo a diferença não foi estatisticamente significativa ($p=0,565$). A ligeira variação de M no sentido negativo também não foi estatisticamente significativa ($p=0,634$) no grupo de emétopes. Contrariamente o grupo de hipermétropes mostrou uma variação no sentido positivo para a periferia temporal, na 2ª avaliação, tendo esta variação aumentado em $0,24 \pm 0,64$ D na primavera para a componente M do erro refrativo, não sendo esta diferença estatisticamente significativa ($p=0,116$).

Considerando a amostra total, observa-se que do centro da retina para a periferia a 25° de excentricidade, o valor M torna-se miópico em comparação ao centro. Este facto é explicado pela componente do astigmatismo que aumenta com a excentricidade. De igual forma o aumento da excentricidade conduz a um aumento do desvio padrão, o que orienta para uma maior variabilidade do erro refrativo na periferia da retina. Também os emétopes e hipermétropes apresentaram um valor de M menos positivo, na retina periférica temporal em comparação à refração axial pela mesma razão apresentada para a amostra total.

Na 1ª fase de avaliação, analisando a variação ocorrida no componente M médio entre erro refrativo central e periferia temporal (diferença entre M médio da periferia temporal e M médio central), através da figura 4.32, é possível observar que, o grupo refrativo miópico apresentou um erro refrativo periférico (temporal) relativo hipermetrópico de +0,77 D. Emétopes e hipermétropes, revelaram uma refração relativa miópica de -0,44 D e -0,86 D, respetivamente. Na 2ª fase de avaliação (primavera) verificou-se um erro refrativo periférico (temporal) relativo hipermetrópico, do centro para a retina temporal (figura 4.32), de +0,64 D, nos adolescentes míopes. Os

emétopes e hipermétropes apresentaram uma refração periférica relativa, da fóvea para a retina temporal a 25° de excentricidade de -0,43 D e -0,54 D, respetivamente.

A figura 4.32 representa a variação ocorrida do centro da retina para a periferia temporal (erro refrativo periférico temporal relativo) por grupos refrativos nas duas avaliações.

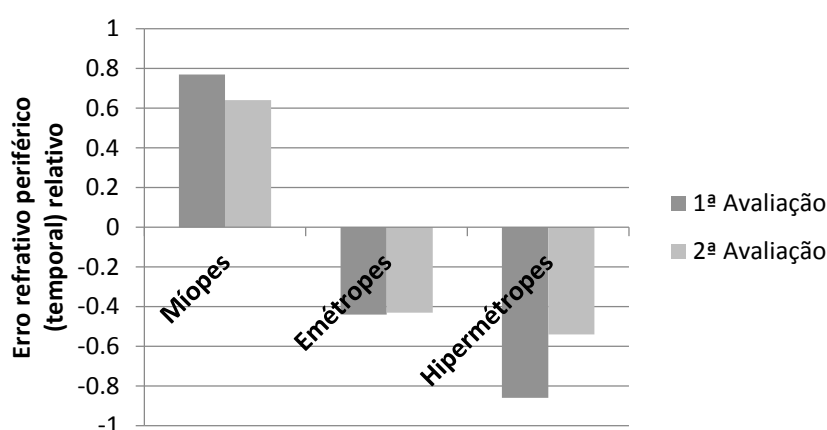


Figura 4.32. Variação do componente M central para a periferia temporal por grupos refrativos nas duas avaliações.

As variações ocorridas no componente médio M do centro para a periferia temporal da retina (figura 4.33) revelaram que, na 2ª fase de avaliação os grupos refrativos de emétopes e hipermétropes apresentaram uma variação no sentido positivo. Estes resultados são explicados pelo facto de que existiu uma variação no sentido negativo da 1ª para a 2ª avaliação na refração central (tabela 4.2), que explica uma periferia menos miópica quando comparada com a 1ª avaliação. No grupo refrativo miópico a variação encontrada do centro da retina para a periferia temporal, na 2ª avaliação, mostra que, a variação ocorreu no sentido negativo, facto que é justificado pela refração central menos miópica encontrada na primavera. A figura 4.33 ilustra o valor médio do componente M do erro refrativo central e periférico temporal por grupos refrativos (MIO-miopes; EME- emétopes; HIP-hipermétropes) para as duas avaliações (1-1ª avaliação; 2-2ªavaliação).

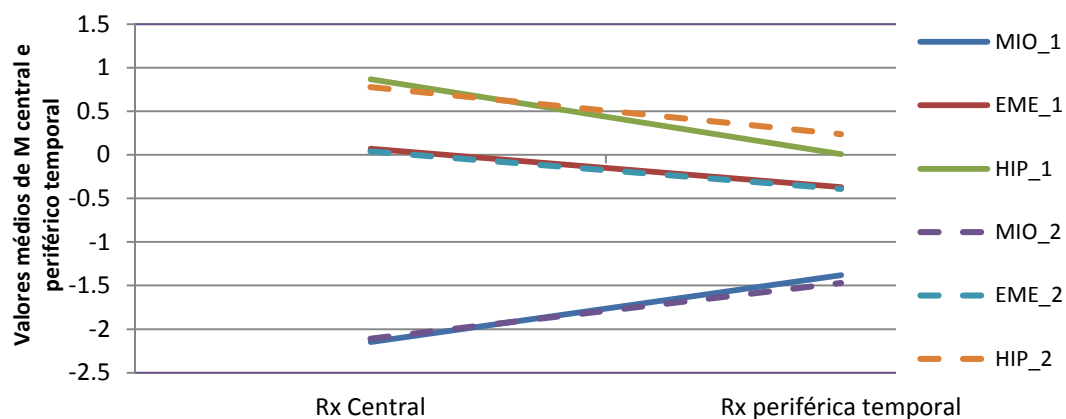


Figura 4.33. Valores médios de M central e periférico temporal na 1ª e 2ª avaliação por grupos refrativos.

É possível verificar, a partir da tabela 4.3 que, o sexo feminino possui um erro refrativo na retina temporal a 25° de excentricidade mais negativa e miópica quando comparada com o sexo masculino. O valor médio M na periferia temporal manteve-se constante nas duas estações para o sexo feminino mas o mesmo não se verificou para o sexo masculino, onde o valor encontrado na 1ª fase se tornou um pouco mais hipermetrópico com uma variação de $0,04 \pm 0,38$ D na primavera. Contudo as diferenças encontradas entre as duas avaliações não foram estatisticamente significativas para nenhum dos dois grupos divididos por género ($p \geq 0,05$).

O erro refrativo periférico temporal relativo encontrado para o sexo masculino e feminino do centro da retina para a periferia temporal, no inverno foi de -0,05 D e de -0,34 D, respetivamente. Na primavera os valores obtidos para o erro refrativo periférico temporal relativo foram de 0,10 D para o sexo masculino e -0,36 D para o sexo masculino. O sexo masculino apresenta uma periferia a 25° de excentricidade hipermetrópica em comparação ao sexo feminino. Estes resultados são consistentes com o valor do erro refrativo central por género (tabela 4.2).

Existem diferenças que são estatisticamente significativas entre os grupos refrativos para o componente M médio do erro refrativo periférico temporal. As diferenças observadas e que são estatisticamente significativas entre os grupos de refração são apresentadas na figura 4.34.

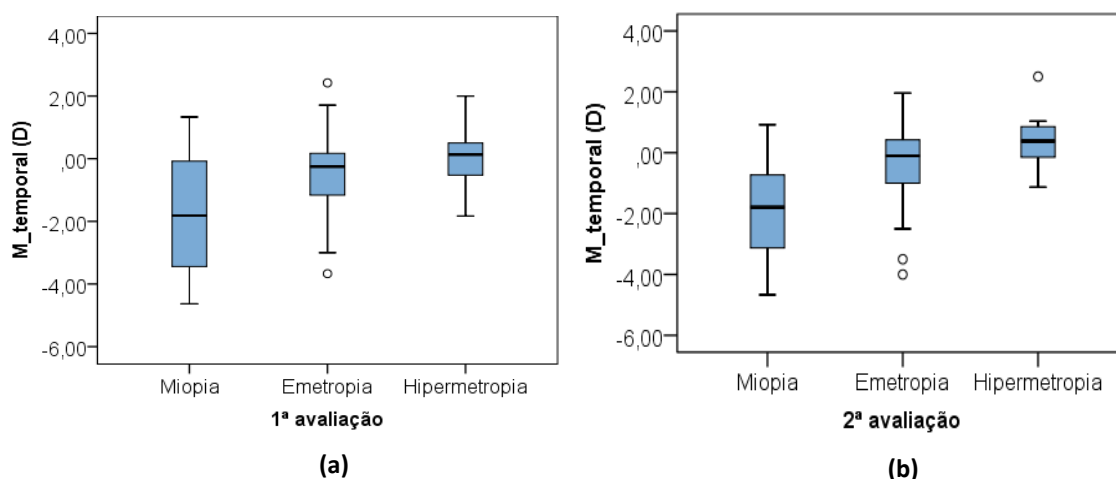


Figura 4.34. Valor médio do componente M periférico temporal agrupado por erro refrativo para a 1ª avaliação (a) e 2ª avaliação (b).

ii) **Componente astigmática J0**

Como já referido anteriormente o componente horizontal do astigmatismo (J0) é mais miópico quanto maior a excentricidade. Os míopes apresentaram um valor menos negativo de J0 em relação ao grupo de emétopes e hipermetrópes, amostra total e dividida por género (tabela 4.3). Os valores médios negativos obtidos para a componente astigmática J0 na periferia temporal da retina foram bastante semelhantes para o grupo de emétopes e hipermetrópes.

A variação de J0 do centro para a periferia temporal ocorreu no sentido negativo, isto é, J0 aumentou no sentido de um incremento do astigmatismo contra a regra, para a amostra completa e para divisões de grupos refrativos e por género.

Em todos os grupos a variação da componente astigmática J0 encontrada variou no sentido positivo (hipermetrópico) da 1ª para a 2ª avaliação e, por isso, ocorreu uma diminuição do astigmatismo contra a regra.

A variação ocorrida na componente do astigmatismo J0, do inverno para a primavera foi estatisticamente significativa para a amostra total ($p=0,004$) e para o sexo feminino ($p=0,008$).

iii) *Componente astigmática J45*

Em nenhum dos grupos refrativos se verificou uma diferença estatisticamente significativa ($p \geq 0,05$) para a componente do astigmatismo oblíquo, J45. As variações encontradas da 1ª para a 2ª avaliação variaram no sentido negativo para o grupo miópico, emetrópico, amostra total e para o sexo masculino, mas não para o grupo de hipermétropes e para o sexo feminino tendo estes últimos uma diferença positiva entre as duas avaliações, mas não estatisticamente significativa ($p \geq 0,05$).

Analisando a variação ocorrida no valor de J45 do centro da retina (tabela 4.2) para a periferia temporal a 25° de excentricidade, é possível verificar que, aumenta de valor no sentido negativo, isto é, o eixo do astigmatismo oblíquo passa do 1º quadrante para o 2º quadrante, e por isso, existe uma maior tendência de astigmatismo entre 90° e 180° do que, entre 0° e 90°. Isto verifica-se para a amostra total e divisão de grupos por erro de refração e género.

Tabela 4.3. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para a refração periférica temporal da amostra total, dividida por grupos refrativos e por género.

			1ª Avaliação (Inverno)	2ª Avaliação (Primavera)	Variação	p
Amostra total	M		-0,51 ± 1,32	-0,49 ± 1,35	0,02 ± 0,62	0,443 ^a
	J0		-1,00 ± 0,57	-0,93 ± 0,58	0,07 ± 0,27	0,004^a
	J45		-0,29 ± 0,29	-0,30 ± 0,25	-0,01 ± 0,19	0,846 ^a
Grupos refrativos	Míopes	M	-1,38 ± 1,69	-1,47 ± 1,69	-0,09 ± 0,73	0,565 ^b
		J0	-0,77 ± 0,68	-0,64 ± 0,71	0,13 ± 0,28	0,050 ^b
		J45	-0,29 ± 0,27	-0,33 ± 0,29	-0,04 ± 0,18	0,277 ^b
	Emétopes	M	-0,37 ± 1,13	-0,39 ± 1,11	-0,01 ± 0,56	0,634 ^a
		J0	-1,07 ± 0,47	-1,01 ± 0,47	0,06 ± 0,28	0,050 ^a
		J45	-0,25 ± 0,26	-0,26 ± 0,23	-0,01 ± 0,16	0,566 ^b
	Hipermetropes	M	0,01 ± 0,98	0,24 ± 1,00	0,24 ± 0,64	0,116 ^b
		J0	-1,06 ± 0,69	-1,03 ± 0,64	0,04 ± 0,23	0,469 ^a
		J45	-0,42 ± 0,38	-0,37 ± 0,27	0,05 ± 0,25	0,668 ^a
	p	M	p<0,001^e	p<0,001^e		
		J0	0,098 ^e	0,083 ^e		
		J45	0,269 ^e	0,256 ^e		
Género	Masculino	M	-0,42 ± 1,34	-0,37 ± 1,39	0,04 ± 0,38	0,400 ^c
		J0	-1,06 ± 0,54	-1,00 ± 0,57	0,06 ± 0,29	0,178 ^c
		J45	-0,22 ± 0,29	-0,28 ± 0,27	-0,07 ± 0,20	0,064 ^c
	Feminino	M	-0,57 ± 1,32	-0,57 ± 1,33	0,00 ± 0,73	0,730 ^c
		J0	-0,97 ± 0,59	-0,89 ± 0,58	0,08 ± 0,26	0,008^c
		J45	-0,34 ± 0,29	-0,31 ± 0,24	0,03 ± 0,17	0,173 ^b
	p	M	0,455 ^c	0,238 ^c		
		J0	0,297 ^c	0,135 ^c		
		J45	0,076 ^c	0,707 ^d		

Os resultados cujas variações são estatisticamente significativas estão apresentados a negrito.

^aTeste de Wilcoxon; ^bT-test para amostras emparelhadas; ^cMann-Whitney; ^dT-test para amostras independentes;

^eTeste de Kruskal-Wallis; p= p-value.

4.4.3. Refração periférica superior

i) *Equivalente esférico*

Em relação à componente M da periferia superior (tabela 4.4) constatou-se que, os valores médios obtidos foram negativos para toda a amostra e para todos os grupos refrativos, sendo que os miópes apresentaram o valor miópico mais alto seguido dos emétopes. Os hipermetropes apresentaram um valor médio de M menos miópico na periferia superior. As variações ocorridas para M nas duas estações do ano não foram estatisticamente significativas para nenhum dos grupos refrativos e por género ($p \geq 0,05$).

É possível constatar que, na periferia da retina superior os valores médios de M encontrados foram mais miópicos, comparando-os aos valores médios de M obtidos para a refração central e periférica temporal (tabela 4.2 e 4.3). A explicação para o facto de os valores de M médios obtidos a 25° de excentricidade na retina superior pode ser justificada pelo astigmatismo que aumenta com o aumento da excentricidade da retina e, por isso, o valor de M médio para a periferia superior torna-se mais miópico com o aumento da excentricidade do centro da retina para a periferia.

A figura 4.35 apresenta o valor médio do componente M do erro refrativo central e periférico superior por grupos refrativos (MIO-miópes; EME-emetropes; HIP-hipermetropes), para as duas avaliações (1-1ª avaliação; 2-2ª avaliação).

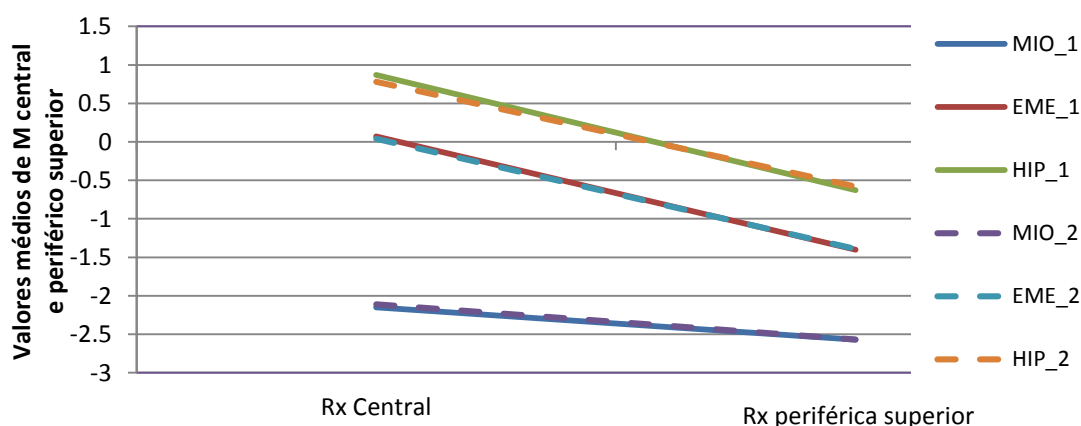


Figura 4.35. Valores médios de M central e periférico superior na 1ª e 2ª avaliação por grupos refrativos.

O erro refrativo periférico superior relativo encontrado do centro para a periferia superior (diferença entre M médio da periferia superior com o M médio axial), na 1ª avaliação (inverno), foi de -0,42 D para os míopes, -1,47 D e -1,50 D para os emétopes e hipermetropes, respetivamente. Na 2ª avaliação verificou-se um erro refrativo periférico (superior) relativo superior no sentido positivo (em comparação com a 1ª avaliação), isto é, no sentido de menos miopia à exceção do grupo refrativo miópico (-0,46 D). Assim, verificou-se no grupo dos hipermetropes um erro refrativo periférico superior relativo de -1,36 D e nos emétopes de -1,43 D.

A figura 4.36 ilustra a variação ocorrida do centro da retina para a periferia superior (erro refrativo periférico superior) por grupos refrativos nas duas avaliações.

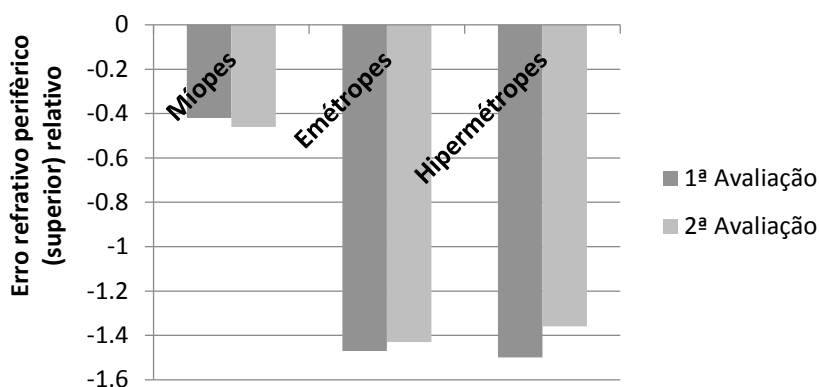


Figura 4.36. Variação do componente M central para a periferia superior por grupos refrativos nas duas avaliações.

O valor médio M obtido na periferia superior, para o sexo feminino foi mais miópico do que para o sexo masculino (tabela 4.4). Nos rapazes a refração na periferia superior manteve-se constante nas duas avaliações em estudo, sendo que a variação ocorrida não foi estatisticamente significativa ($p=0,998$). O mesmo se verificou para o sexo feminino pois embora o valor obtido na primavera tenha sido menos miópico, a variação ocorrida no sentido positivo não foi estatisticamente significativa ($p=0,775$).

O erro refrativo periférico relativo superior (diferença entre M médio da periferia superior e M médio central) na 1ª avaliação foi de -0,95 D para o sexo masculino e de -1,24 D para o sexo feminino. Na 2ª avaliação foi obtido o mesmo valor para o sexo feminino, sendo para o sexo masculino este valor de -0,85 D.

Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos refrativos para o componente M médio da refração periférica superior. As diferenças encontradas são apresentadas graficamente na figura 4.37.

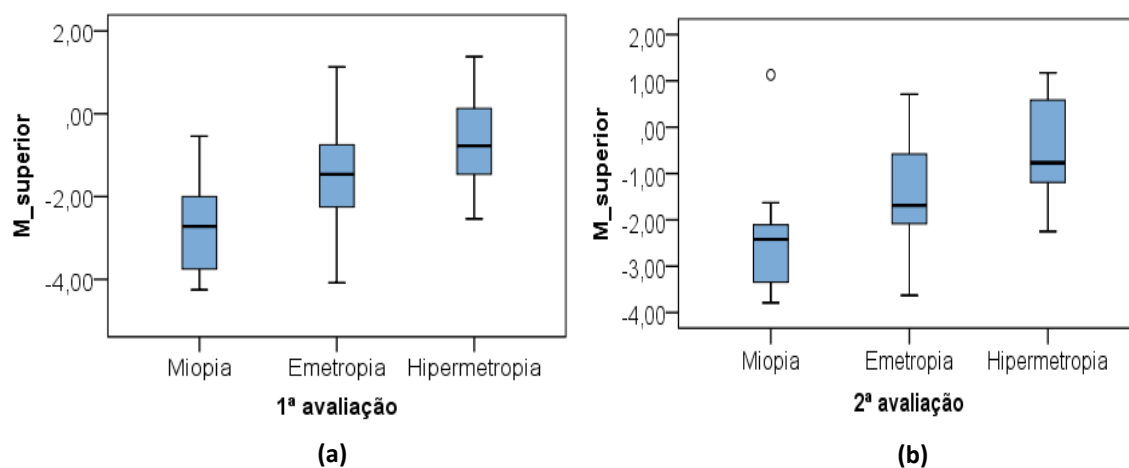


Figura 4.37. Valor médio do componente M periférico superior agrupado por erro refrativo na 1^a avaliação (a) e 2^a avaliação (b).

ii) Componente astigmática J0

Para a amostra completa, para os três grupos refrativos e por género, os valores médios obtidos de J0 foram positivos em ambas as estações do ano (tabela 4.4). Verificou-se uma variação da 1^a para a 2^a avaliação no sentido negativo que foi estatisticamente significativa para o grupo de emétopes ($p=0,025$), para a amostra completa ($p=0,011$), e para o sexo feminino ($p=0,022$) este facto revela uma diminuição do astigmatismo à regra do inverno para a primavera.

No grupo de míopes a periferia da retina superior foi exibida como hipermetrópica para a componente astigmática J0, tendo o valor aumentado do inverno para a primavera com uma variação de $0,08 \pm 0,47$ D, que não foi estatisticamente significativa ($p= 0,528$). Para todos os outros grupos refrativos, amostra total e para o sexo feminino, verifica-se uma diminuição no sentido negativo da componente astigmática J0, do inverno para a primavera, que não foi estatisticamente significativa ($p \geq 0,05$). Para o sexo masculino o valor médio de J0 manteve-se constante ao longo dos meses de estudo.

Analisando a variação de J0 do centro para a periferia superior verifica-se que, o astigmatismo com o eixo à regra aumenta de forma considerável da zona central da retina para o campo visual inferior (periferia da retina superior) a 25° de excentricidade. Isto verifica-se para a amostra total, dividida por grupos de refração e por género.

iii) *Componente astigmática J45*

As variações ocorridas no componente do astigmatismo oblíquo, J45, para a amostra completa, para todos os grupos refrativos e por género não foram estatisticamente significativas ($p \geq 0,05$) da 1ª para a 2ª avaliação.

Para todos os grupos refrativos, amostra total e dividida por género verifica-se um aumento no sentido negativo, do astigmatismo oblíquo J45, do centro da retina para a periferia superior. Existe uma tendência do eixo do astigmatismo estar entre 90° e 180°.

Tabela 4.4. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para a refração periférica superior da amostra total, dividida por grupos de refração e por gênero.

		1ª Avaliação (Inverno)	2ª Avaliação (Primavera)	Variação	p	
Amostra total		M	-1,42 ± 1,21	-1,40 ± 1,23	0,02 ± 0,55	0,791 ^b
		J0	1,56 ± 0,52	1,44 ± 0,59	-0,13 ± 0,51	0,011^a
		J45	-0,21 ± 0,24	-0,20 ± 0,24	0,01 ± 0,18	0,572 ^b
Grupos refrativos	Míopes	M	-2,57 ± 1,04	-2,57 ± 1,05	0,00 ± 0,35	0,983 ^b
		J0	1,53 ± 0,67	1,61 ± 0,65	0,08 ± 0,47	0,528 ^b
		J45	-0,19 ± 0,23	-0,14 ± 0,30	0,05 ± 0,18	0,311 ^b
	Emétopes	M	-1,40 ± 1,06	-1,39 ± 1,10	0,01 ± 0,60	0,831 ^a
		J0	1,54 ± 0,47	1,39 ± 0,46	-0,15 ± 0,47	0,025^b
		J45	-0,21 ± 0,24	-0,23 ± 0,20	-0,03 ± 0,18	0,629 ^a
	Hipermétropes	M	-0,63 ± 1,04	-0,58 ± 0,97	0,05 ± 0,56	0,715 ^b
		J0	1,64 ± 0,56	1,43 ± 0,79	-0,21 ± 0,62	0,135 ^b
		J45	-0,22 ± 0,28	-0,14 ± 0,27	0,07 ± 0,19	0,083 ^b
	p	M	p<0,001^e	p<0,001^e		
		J0	0,569 ^e	0,981 ^e		
		J45	0,745 ^e	0,031^e		
Gênero	Masculino	M	-1,32 ± 1,21	-1,32 ± 1,29	0,00 ± 0,62	0,998 ^b
		J0	1,52 ± 0,55	1,48 ± 0,48	-0,04 ± 0,39	0,340 ^c
		J45	-0,21 ± 0,24	-0,18 ± 0,26	0,03 ± 0,17	0,381 ^b
	Feminino	M	-1,47 ± 1,22	-1,45 ± 1,19	0,03 ± 0,51	0,775 ^c
		J0	1,59 ± 0,51	1,41 ± 0,65	-0,18 ± 0,57	0,022^b
		J45	-0,21 ± 0,25	-0,21 ± 0,22	0,00 ± 0,19	0,949 ^b
	p	M	0,607 ^d	0,361 ^d		
		J0	0,545 ^c	0,377 ^d		
		J45	0,852 ^d	0,915 ^d		

Os resultados cujas variações são estatisticamente significativas estão apresentados a negrito.

^aTeste de Wilcoxon; ^bT-test para amostras emparelhadas; ^cMann-Whitney; ^dT-test para amostras independentes;

^eTeste de Kruskal-Wallis; p= p-value.

4.5. Resultados do comprimento axial, raio de curvatura e rácio CA/RC da 1ª e 2ª avaliação

Neste ponto são apresentados os resultados do comprimento axial, raio de curvatura e rácio CA/RC, com as variações ocorridas resultantes da 1ª e 2ª fase do estudo e é feita uma análise estatística com a finalidade de determinar se essa variação é ou não estatisticamente significativa. A relação entre estes parâmetros do sistema visual por grupos refrativos e por género também é apresentada.

4.5.1. Comprimento axial

Analisando os três grupos conjuntamente a partir da tabela 4.5, é possível apurar que o valor médio para o CA foi superior na 2ª avaliação, o que indica um alongamento axial do olho. O grupo de adolescentes míopes apresentou o CA médio maior na 2ª avaliação em comparação aos outros grupos, sendo que os hipermétropes tiveram um menor CA médio. A variação de aumento do CA médio ocorrida foi estatisticamente significativa para o grupo de míopes ($p < 0,001$) e hipermétropes ($p < 0,001$) e também para a população total em estudo ($p = 0,010$). Encontraram-se diferenças estatisticamente significativas no valor do CA médio entre os grupos refrativos apenas na 2ª avaliação ($p = 0,023$).

O valor médio do CA obtido foi superior no sexo masculino em comparação com o sexo feminino nas duas fases de avaliação. O valor de CA médio para os rapazes foi 0,59 mm maior quando comparado com as raparigas no inverno. A mesma comparação na primavera revelou uma diferença de 0,64 mm no CA dos rapazes em relação ao sexo feminino. Em ambos os sexos a variação ocorrida da 1ª para a 2ª avaliação foi de um aumento do CA em $0,07 \pm 0,29$ D nos rapazes e $0,03 \pm 0,04$ D nas raparigas sendo que para estas a diferença encontrada foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$). Vimos anteriormente no ponto 4.4.1 que os rapazes apresentaram uma refração central mais negativa em relação às raparigas o que pode ser explicado pelas diferenças encontradas no CA entre géneros.

Na amostra dividida por género também se encontraram diferenças estatisticamente significativas para o CA, nas duas avaliações. A figura 3.38 mostra as diferenças encontradas por género.

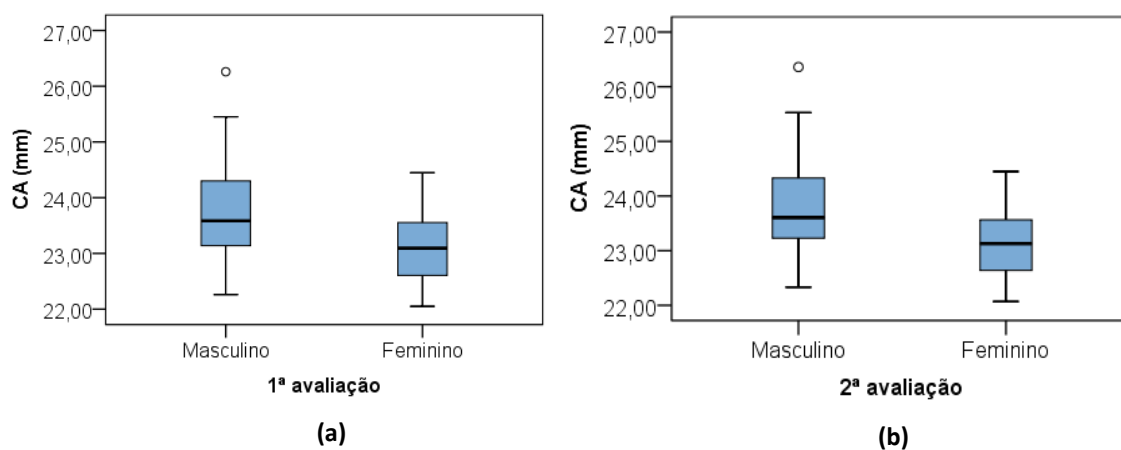


Figura 4.38. Valores médios do CA por género na 1ª avaliação (a) e 2ª avaliação (b).

Tabela 4.5. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para o valor médio do CA para a amostra total, dividida por grupos refrativos e por género.

		1ª Avaliação (Inverno)	2ª Avaliação (Primavera)	Variação	p
Amostra total		23,35 ± 0,78	23,40 ± 0,79	0,05 ± 0,19	0,010^b
Grupos refrativos	Míopes	23,73 ± 1,02	23,78 ± 1,03	0,05 ± 0,06	p<0,001^b
	Emétopes	23,24 ± 0,65	23,29 ± 0,65	0,05 ± 0,25	0,096 ^b
	Hipermétopes	23,24 ± 0,68	23,26 ± 0,69	0,02 ± 0,03	p<0,001^b
	p	0,086 ^e	0,023^e		
Género	Masculino	23,70 ± 0,87	23,78 ± 0,86	0,07 ± 0,29	0,082 ^b
	Feminino	23,11 ± 0,61	23,14 ± 0,61	0,03 ± 0,04	0,000^b
	p	p<0,001^d	p<0,001^d		

Os resultados cujas variações são estatisticamente significativas estão apresentados a negrito.

^aTeste de Wilcoxon; ^bT-test para amostras emparelhadas; ^cMann-Whitney; ^dT-test para amostras independentes;

^eTeste de Kruskal-Wallis; p= p-value.

4.5.2. Raio de curvatura corneal

O raio de curvatura central da córnea foi, de todos os parâmetros medidos, o que revelou uma maior estabilidade ao longo das duas fases de estudo. Pela tabela 4.5 é possível observar que, o raio obtido inicialmente ($7,76 \pm 0,27$ mm) para a amostra total, foi igual ao obtido ao fim de quatro meses (primavera), contudo a variação ocorrida entre as duas estações foi estatisticamente significativa ($p=0,008$). Esta significância não tem correspondência clínica pois a diferença encontrada foi de 0,01 mm, e por isso, esta diferença não explica a significância estatística.

Não se verificaram alterações consideráveis no valor médio do raio de curvatura central por grupos refrativos da 1ª para a 2ª avaliação, embora a diferença seja significativa para os emétopes ($p=0,004$). O grupo com miopia apresentou uma córnea mais curva em contraste com os hipermetropes que, em média tinham córneas mais planas.

Os valores encontrados no inverno foram iguais aos encontrados na primavera ainda assim a variação ocorrida foi estatisticamente significativa para o sexo feminino ($p=0,007$), no entanto esta significância em termos clínicos não é relevante.

Os valores médios para o raio de curvatura revelam uma córnea mais plana nos rapazes em comparação com as raparigas.

Tabela 4.6. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para o valor médio do RC para a amostra total, dividida por grupos refrativos e por género.

		1ª Avaliação (Inverno)	2ª Avaliação (Primavera)	Variação	p
Amostra total		7,76 \pm 0,27	7,76 \pm 0,27	0,01 \pm 0,02	0,008^b
Grupos refrativos	Míopes	7,59 \pm 0,27	7,59 \pm 0,26	0,00 \pm 0,02	0,820 ^b
	Emétopes	7,79 \pm 0,26	7,78 \pm 0,26	-0,01 \pm 0,03	0,004^b
	Hipermetropes	7,88 \pm 0,20	7,88 \pm 0,20	0,00 \pm 0,01	0,232 ^b
	p	p<0,001^e	0,003^e		
Género	Masculino	7,86 \pm 0,27	7,86 \pm 0,27	0,00 \pm 0,02	0,386 ^b
	Feminino	7,69 \pm 0,24	7,69 \pm 0,24	0,01 \pm 0,03	0,007^b
	p	0,001^d	p<0,001^d		

Os resultados cujas variações são estatisticamente significativas estão apresentados a negrito.

^aTeste de Wilcoxon; ^bT-test para amostras emparelhadas; ^cMann-Whitney; ^dT-test para amostras independentes;

^eTeste de Kruskal-Wallis; p= p-value.

4.5.3. Rácio CA/RC

Sendo um preditor do aparecimento de miopia, verificou-se uma variação estatisticamente significativa (tabela 4.7) nas duas fases de estudo para o valor médio do rácio (CA/RC) na amostra total ($p < 0,001$). A variação ocorrida foi de $0,01 \pm 0,03$, associado este preditor indica um sutil aumento de uma tendência que leva ao aparecimento ou progressão de miopia da população em estudo.

É possível constatar que os míopes apresentaram um valor superior a 3 para as duas estações do ano não se verificando uma diferença estatística significativa ($p = 0,062$). Em comparação o grupo com emetropia revelou um ligeiro aumento na segunda fase do estudo, com um valor muito próximo de 3, sendo essa variação estatisticamente significativa ($p = 0,013$). Um valor inferior (2,95) foi encontrado para os hipermetropes, sendo que a diferença encontrada para as duas fases também foi estatisticamente significativa ($p = 0,009$).

A variação ocorrida para o rácio CA/RC foi estatisticamente significativa para o sexo masculino ($p = 0,015$) e feminino ($p < 0,001$), quando comparadas as duas fases. Sabendo-se que, CA/RC = 3 equivale a rácio de emetropia, foram encontrados valores superiores nos rapazes cuja refração central média também foi mais negativa em relação às raparigas. Embora a refração central média dividida por sexos não se encontre no intervalo considerável de miopia podemos afirmar que a tendência é para um aumento de miopia e que neste caso é mais visível para os rapazes analisando ambos os parâmetros, refração central (tabela 4.2) e rácio CA/RC.

As diferenças encontradas entre os três grupos refrativos foram estatisticamente significativas. A figura 4.39 representa as diferenças encontradas na 1ª e 2ª avaliação por grupos refrativos.

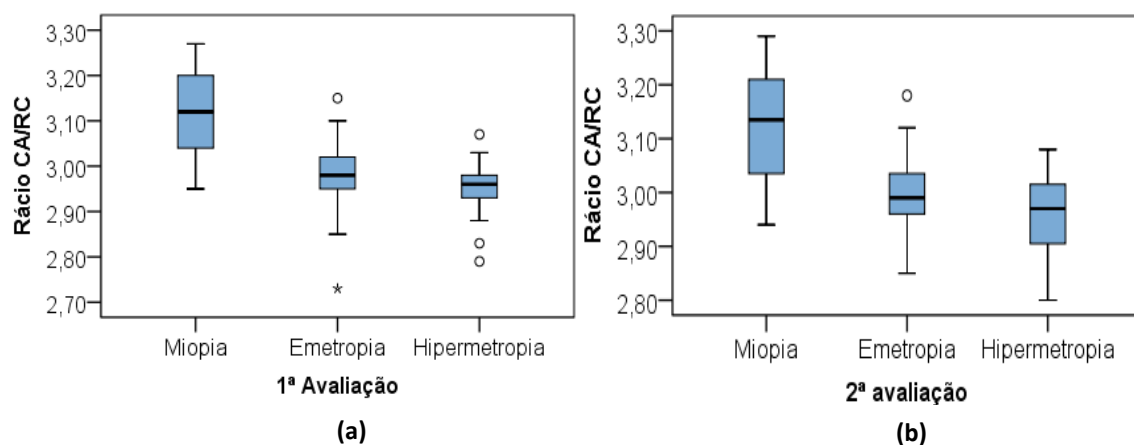


Figura 4.39. Valores médios do rácio CA/RC por erro refrativo na 1ª avaliação (a) e 2ª avaliação (b).

Tabela 4.7. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para o valor médio do rácio CA/RC para a amostra total, dividida por grupos refrativos e por género.

		1ª Avaliação (Inverno)	2ª Avaliação (Primavera)	Variação	p
Amostra total		3,01 ± 0,10	3,02 ± 0,09	0,01 ± 0,03	p<0,001^a
Grupos refrativos	Míopes	3,13 ± 0,09	3,13 ± 0,09	0,01 ± 0,02	0,062 ^b
	Emétopes	2,98 ± 0,06	2,99 ± 0,06	0,01 ± 0,03	0,013^b
	Hipermétopes	2,95 ± 0,06	2,95 ± 0,06	0,00 ± 0,01	0,009^b
	p	p<0,001^e	p<0,001^e		
Género	Masculino	3,02 ± 0,12	3,03 ± 0,11	0,01 ± 0,04	0,015^c
	Feminino	3,01 ± 0,08	3,01 ± 0,08	0,01 ± 0,01	p<0,001^b
	p	0,971 ^c	0,872 ^c		

Os resultados cujas variações são estatisticamente significativas estão apresentados a negrito.

^aTeste de Wilcoxon; ^bT-test para amostras emparelhadas; ^cMann-Whitney; ^dT-test para amostras independentes;

^eTeste de Kruskal-Wallis; p= p-value.

4.6. Resultados da foria em visão próxima na 1ª e 2ª avaliação

Na tabela 4.8 são apresentados os resultados da foria em VP, com as variações ocorridas resultantes da 1ª e 2ª fase do estudo e é feita uma análise estatística com a finalidade de determinar se essa variação é ou não estatisticamente significativa. Assim, com este objetivo foi considerado o sinal negativo para os valores de exoforia e o sinal positivo para valores de endoforia. A relação entre os valores obtidos por grupos refrativos e por género também é apresentada.

Através da tabela 4.8 é possível observar que, a nível do estado fórico verificou-se uma tendência na amostra total, dividida por grupos refrativos e por género para valores médios de exoforia em VP, no entanto, não são clinicamente significativos. O grupo de míopes revelou em ambas as fases um valor superior de exoforia em relação aos outros grupos refrativos, seguido dos emétopes. Com um valor de exoforia mais baixo foram encontrados os hipermétropes. Os valores médios de exoforia encontrados por género mostram que, as diferenças entre sexo masculino e feminino não são estatisticamente significativas ($p \geq 0,05$).

O valor médio de exoforia aumentou na primavera, para a amostra total, dividida por grupos refrativos e por género. Este aumento de exoforia em visão próxima representa uma diminuição da convergência na primavera, e por isso um menor esforço em condições de stress visual. No entanto, a variação ocorrida não foi estatisticamente significativa para nenhum deles ($p \geq 0,05$).

Na primavera os valores encontrados por grupos refrativos foram estatisticamente significativos ($p=0,026$) entre si, isto é, as diferenças por grupos de refração no valor médio da exoforia foram estatisticamente significativas. Estas diferenças estão relacionadas com um maior incremento da exoforia no grupo dos míopes associadas também a um maior desvio padrão dos resultados obtidos. A figura 4.40 apresenta as diferenças encontradas na 1ª e 2ª fase de avaliação por grupos refrativos.

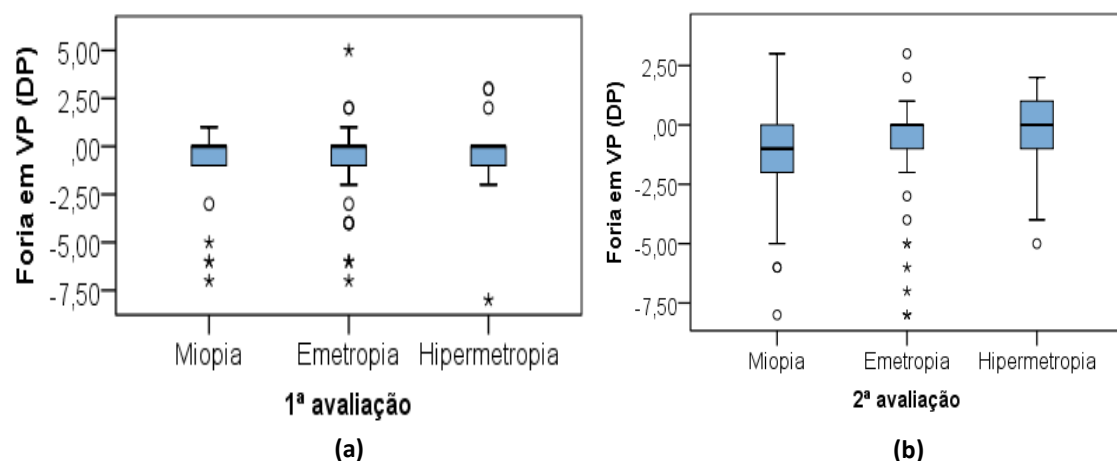


Figura 4.40. Valores médios e dispersão da foria em VP por erro refrativo na 1ª avaliação (a) e 2ª avaliação (b).

Tabela 4.8. Valores médios e DP da 1ª e 2ª avaliação, variação entre eles e significância estatística para o valor médio da foria em visão próxima para a amostra total, dividida por grupos refrativos e por gênero.

		1ª Avaliação (Inverno)	2ª Avaliação (Primavera)	Variação	p
Amostra total		-0,71 ± 2,03	-1,00 ± 2,19	-0,29 ± 1,88	0,084 ^a
Grupos refrativos	Míopes	-0,93 ± 2,22	-1,69 ± 2,54	-0,76 ± 2,64	0,095 ^a
	Emétopes	-0,75 ± 1,97	-0,85 ± 2,06	-0,10 ± 1,57	0,399 ^a
	Hipermétopes	-0,36 ± 2,02	-0,60 ± 2,02	-0,24 ± 1,56	0,601 ^a
	p	0,718 ^e	0,026^e		
Gênero	Masculino	-0,72 ± 1,94	-1,08 ± 2,36	-0,36 ± 2,46	0,419 ^c
	Feminino	-0,71 ± 2,11	-0,94 ± 2,08	-0,24 ± 1,36	0,085 ^c
	p	0,431 ^c	0,772 ^c		

Os resultados cujas variações são estatisticamente significativas estão apresentados a negrito; valores negativos indicam valores de exoforia. ^aTeste de Wilcoxon; ^bT-test para amostras emparelhadas; ^cMann-Whitney; ^dT-test para amostras independentes; ^eTeste de Kruskal-Wallis; *p*= *p-value*.

4.7. Fatores condicionantes da evolução do sistema visual

As variáveis obtidas através dos inquéritos distribuídos aos encarregados de educação e adolescentes foram correlacionadas com a variação do CA e M médio das duas fases de estudo. Neste tópico são apresentadas as correlações entre os resultados obtidos nos inquéritos e a diferença do valor médio do CA e M obtidos na 1ª e 2ª fase de estudo com a significância estatística.

São apresentadas na tabela 4.9 todas as variáveis que foram correlacionadas de forma estatisticamente significativa com a variação do CA e do M. Todas as outras são apresentadas no anexo 5 com o coeficiente de correlação e significância estatística obtida.

A associação encontrada para *“uso de correção ótica por parte do pai”* é negativa e fraca (coeficiente de Spearman = -0,314). Calculando o coeficiente de determinação, constata-se que, o *“uso de correção ótica por parte do pai”* explica apenas 9,86% da variação ocorrida no CA ao fim de quatro meses. Apesar desta associação ser fraca, é estatisticamente significativa ($p=0,001$). Não existe alteração na variação do CA do inverno para a primavera nos adolescentes em que, os pais responderam que usavam correção ótica. No entanto, para aqueles em que os pais responderam não, a variação ocorrida no CA foi de um incremento de 0,03 mm no CA da 1ª para a 2ª avaliação. A figura 4.41 representa as variações ocorridas para o CA de acordo com a variável *“uso de correção ótica por parte do pai”*.

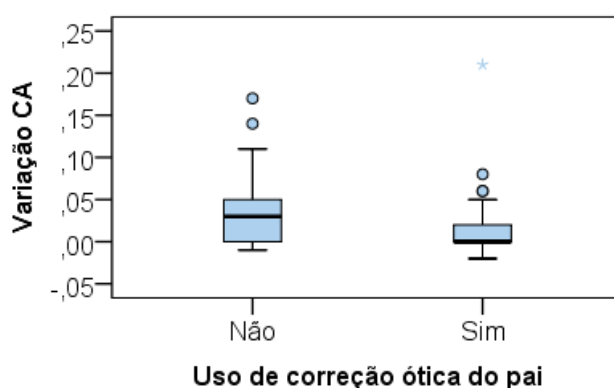


Figura 4.41. Distribuição da variação do CA com a variável *“uso de correção ótica por parte do pai”*.

A associação encontrada para a variável *“horas ao ar livre por dia durante o fim de semana no inverno”* é negativa e fraca ($r=-0,272$). A correlação existente entre esta variável e a variação no CA foi estatisticamente significativa ($p=0,004$) e explicada em 7,40% através das *“horas ao ar livre por dia durante o fim de semana no inverno”*. O aumento nas horas ao ar livre por dia durante a fim de semana, leva a uma diminuição na variação do CA, isto é, os adolescentes que responderam que nunca estiveram ao ar livre tiveram um incremento no CA de 0,04 mm, contrariamente, para aqueles que estiveram 3 ou mais horas ao ar livre não foi encontrada uma variação no CA da 1ª avaliação para a 2ª avaliação, a figura 4.42 apresenta as variações ocorridas.

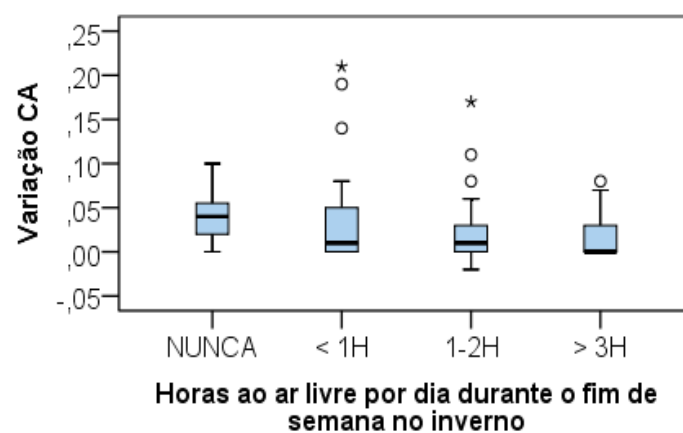


Figura 4.42. Distribuição da variação do CA com a variável *“horas ao ar livre por dia durante o fim de semana no inverno.”*

A variável *“horas ao ar livre por dia durante o fim de semana na primavera”* foi correlacionada com a variação no componente M. A associação encontrada foi estatisticamente significativa ($p=0,026$). No entanto, a correlação que existe é negativa e fraca ($r=-0,209$). O aumento nas *“horas ao ar livre por dia durante o fim de semana na primavera”* conduz a uma diminuição, no sentido negativo na variação de M. A variação ocorrida no componente M é explicada em 4,37% pelas *“horas ao ar livre por dia ao fim de semana na primavera”*. Os adolescentes que estavam 3 ou mais horas ao ar livre apresentaram uma variação de M do inverno para a primavera de -0,13 D. A figura 4.43 ilustra essas variações.

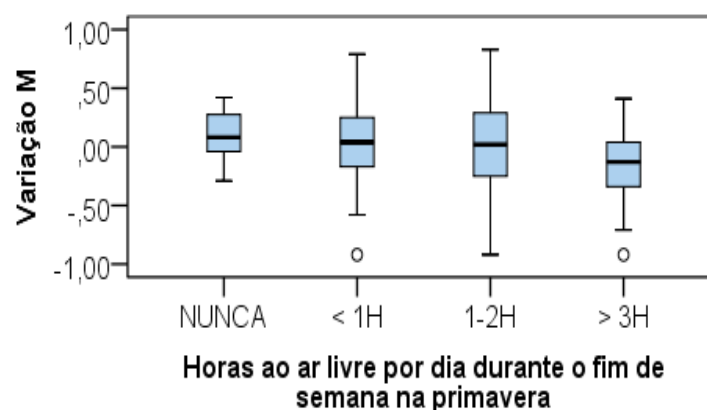


Figura 4.43. Distribuição da variação de *M* com a variável “horas ao ar livre por dia durante o fim de semana na primavera”.

Analisando as variáveis das atividades em visão próxima, “as horas por dia a estudar ao fim de semana na primavera” foram correlacionadas com a variação no componente *M*, que foi estatisticamente significativo ($p=0,001$). A correlação negativa é fraca ($r=-0,300$). Os adolescentes que estudaram três ou mais horas na primavera tiveram uma variação, ao fim de quatro meses, no componente *M* de -0,25 D em comparação com os adolescentes que estudaram menos de 1 hora por dia (0,12 D). A figura 4.44 ilustra as diferenças encontradas.

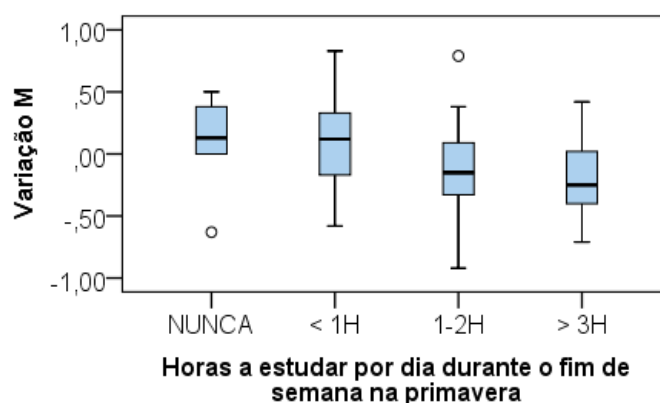


Figura 4.44. Distribuição da variação do *M* com a variável “horas por dia a estudar durante o fim de semana na primavera”.

A variável “zona de habitação” foi correlacionada de forma estatisticamente significativa com a variação ocorrida no valor *M* ($p=0,003$). A correlação é negativa e fraca ($r=-0,273$). A variação no componente *M* é explicada em 7,45% pela variável “zona de habitação”. Ocorreu uma variação no sentido negativo de -0,17 D para os adolescentes que vivem numa vila, e no sentido positivo, 0,19 D e 0,13 D para aqueles que vivem na cidade e aldeia, respetivamente (figura 4.45 a).

A variável “*tipo de habitação*” (casa/apartamento) também foi associada de forma estatisticamente significativa com a variação de M ($p=0,047$). Embora a correlação entre as variáveis seja muito fraca ($r=-0,184$), a variável “*tipo de habitação*” explica 3,39% da variação ocorrida no M. Os adolescentes que vivem em casas tiveram uma variação de 0,04 D do inverno para a primavera, já para os que vivem em apartamentos verificou-se uma variação no valor médio M de -0,16 D (figura 4.45 b).

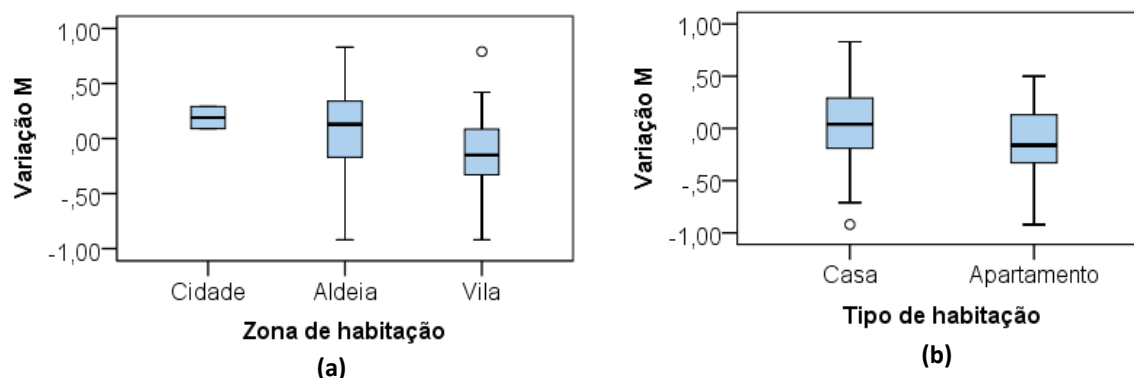


Figura 4.45. Distribuição da variação do componente M com a variável “zona (a) e tipo (b) de habitação”.

Tabela 4.9. Coeficiente de correlação de Spearman, e análise estatística entre as variáveis dos inquéritos e variação ocorrida no M e CA.

Variáveis			Variação M			Variação CA		
			Mediana	Coeficiente de correlação (Spearman)	p	Mediana	Coeficiente de correlação (Spearman)	p
História familiar do Pai	Usa correção ótica	Sim				0,000	-0,314	0,001
		Não				0,030		
Atividades ao ar livre	Horas por dia ao fim de semana no inverno	Nunca				0,040	-0,272	0,004
		< 1h				0,010		
		1-2 h				0,010		
		≥ 3h				0,000		
	Horas por dia ao fim de semana na primavera	Nunca	0,080	-0,209	0,026			
		< 1h	0,040					
		1-2 h	0,020					
		≥ 3h	-0,130					
Zona de habitação	Cidade		0,190	-0,273	0,003			
	Vila		-0,170					
	Aldeia		0,130					
Tipo de habitação	Casa		0,040	-0,184	0,047			
	Apartamento		-0,160					
Trabalho em VP	Horas por dia a estudar ao fim de semana na primavera		0,130	-0,300	0,001			
			0,120					
			-0,150					
			-0,250					

Os resultados cujas variações são estatisticamente significativas estão apresentados a negrito.
p= *p*-value.

Capítulo 5 – Discussão dos resultados

Este estudo teve como um dos objetivos, estudar possíveis variações sazonais, entre dois períodos escolares correspondentes a duas estações do ano (inverno e primavera), para o crescimento axial do olho, do erro refrativo central, periférico (periferia temporal e superior), de outros parâmetros do sistema visual (raio de curvatura central, estado fórico em VP), e o rácio CA/RC que foi analisado posteriormente. A análise destes parâmetros permitiu compreender as variações ocorridas durante o período letivo, estudar como estas conduzem a mudanças como o aparecimento e progressão de miopia defendido por vários autores e se estas alterações são explicadas não só por variações encontradas nos parâmetros do sistema visual enunciados anteriormente como por diversos fatores de risco hereditários e ambientais.

A população de adolescentes em estudo apresentou em ambas as fases (inverno e primavera) a emetropia como sendo o erro refrativo predominante, seguindo-se a miopia com uma menor prevalência. Estes resultados encontram-se de acordo com os valores obtidos por Queirós *et al.* [65], em adolescentes portugueses dos 9 aos 19 anos de idade e com outros estudos realizados também na Europa [66, 69]. No entanto os resultados do presente estudo, sobre a prevalência de miopia por género revelam uma prevalência superior para o sexo masculino, o que não se verificou nos estudos realizados na Alemanha [66] e Espanha [69], onde a prevalência de miopia foi superior para o sexo feminino.

A orientação do eixo do astigmatismo com maior predomínio na amostra total de adolescentes foi encontrada para a orientação horizontal, ou seja astigmatismo à regra. A orientação contra a regra do astigmatismo foi a menos prevalente. Contrariamente, num estudo realizado anteriormente em Portugal o eixo do astigmatismo oblíquo foi o menos prevalente, isto deve-se ao facto de a amostra total de Queirós *et al.* [65] ser constituída também por idosos, que tem tendência para desenvolver astigmatismo contra a regra com o avançar da idade.

Analisando a variação do erro refrativo central, entre as duas fases de estudo, decomposto nos vetores de potência (M, J0 e J45), verificou-se uma variação estatisticamente significativa apenas da componente astigmática, J0, para a amostra total, dividida por grupos refrativos e por género. Esta variável aumentou no sentido positivo ao fim do estudo. Na prática, esta flutuação representa uma diminuição do astigmatismo contra a regra ou um aumento do astigmatismo à regra. No entanto, clinicamente estes resultados não são significativos. O valor de M médio \pm DP encontrado para a refração central da amostra total no inverno foi de $-0,29 \pm 1,29$ D e na primavera de $-0,32 \pm 1,31$ D estes dados são consistentes com o valor de M médio obtido no estudo de Queirós *et al.* [65], analisando a faixa etária dos adolescentes portugueses, correspondente a um valor médio de M emetrópico ($-0,50 < M < +0,50$ D) . Em relação ao valor da esfera e do cilindro, da amostra total, a variação ocorrida do inverno para a primavera (alteração da esfera em $-0,01$ D e no cilindro de $-0,03$ D – notação clínica) foi estatisticamente significativa para o valor do cilindro, no entanto, não pode ser considerada uma variação clinicamente significativa devido às habituais escalas de graduação utilizarem intervalos de $0,25$ D.

A variação ocorrida para o M médio da amostra total foi de $-0,03 \pm 0,39$ D. Pointer [74] encontrou uma progressão miópica em crianças e adolescentes caucasianos de $-0,09$ D/ano, valor que, pode corresponder a uma progressão de $-0,03$ D ao longo de quatro meses, no entanto, as variações sazonais nem sempre são lineares e podem variar ao longo do ano. A progressão miópica pode avançar de forma mais rápida ou mais lenta, no decorrer do tempo. Valores de progressão do erro refrativo parecidos aos anteriores encontram-se fundamentalmente em estudos com população de etnia caucasiana [70], mas não em crianças e adolescentes de etnia asiática, onde se verifica uma progressão miópica superior [75]. Esta variação ocorrida no M médio central da amostra total do presente estudo, no sentido negativo, embora seja uma diferença que não foi estatisticamente nem clinicamente significativa, revela que, provavelmente a tendência será de um valor cada vez mais negativo e por isso miópico. A variação encontrada mostra que seria necessário avaliar o estado refrativo destes adolescentes mais tarde para perceber se existe de facto uma evolução no estado refrativo.

A área de habitação dos adolescentes em estudo é maioritariamente semiurbana e de freguesias rurais. Shih *et al.* [5] encontraram diferenças na progressão de miopia nos adolescentes de áreas urbanas em comparação com áreas rurais, sendo a progressão miópica maior em zonas urbanas. Os autores verificaram que a progressão de miopia na área rural do Taiwan foi maior para o sexo feminino, $-0,31$ D/ano, em comparação com o sexo masculino ($-0,24$ D/ano). Os adolescentes portugueses do sexo masculino apresentaram uma progressão ao fim de quatro meses de $-0,10 \pm 0,43$ D. Contrariamente, para o sexo feminino verificou-se uma variação no sentido positivo do inverno para a primavera de $0,02 \pm 0,36$ D. As variações sazonais na progressão de miopia ocorrem de forma diferente no decorrer do tempo. No entanto, ao fim de quatro meses, a progressão miópica nos adolescentes do Taiwan podem ter progredido com uma magnitude de $-0,10$ para o sexo feminino e $-0,08$ D para o sexo masculino. Estes valores são diferentes dos encontrados no presente estudo, pois ocorreu uma progressão miópica no sexo masculino, mas não no sexo feminino. Este facto pode estar condicionado pela etnia, pois os asiáticos tendem a ter progressões de miopia mais altas quer para o sexo masculino como para o sexo feminino, quando comparados com outras etnias [54, 91, 111, 112].

As variações encontradas no componente M médio por grupos refrativos não foram estatisticamente nem clinicamente significativas. A maioria dos estudos publicados sobre a progressão de miopia em estudantes ou avalia a progressão ocorrida na amostra total ou então somente para o grupo refrativo míope de etnia asiática ou multiétnica, e por isso, torna-se difícil comparar os resultados deste estudo com outras investigações. Ainda assim, no presente estudo a variação ocorrida ao fim de quatro meses, no grupo de adolescentes míopes ocorreu no sentido positivo ($0,03 \pm 0,52$ D), ou seja, não se verificou uma variação no sentido miópico do inverno para a primavera. O valor médio de M manteve-se constante para o grupo de adolescentes míopes de uma estação para a outra. Donovan *et al.* [39] encontraram uma associação entre estação do ano e progressão de miopia em crianças e adolescentes míopes de etnia asiática. Os autores verificaram uma progressão de M médio mais rápida no inverno em comparação com a primavera. Num estudo mais recente [40], realizado com estudantes japoneses, a progressão de miopia não foi significativamente influenciada pela estação, isto é, a progressão miópica pareceu ser estável ao longo do ano.

É importante e necessário avaliar a refração central ao longo do ano escolar, ou durante um considerável período de tempo, nos adolescentes portugueses em estudo para avaliar a evolução do erro refrativo num maior período de tempo, e relacionar a influência da estação nas variações encontradas.

O valor de M médio encontrado na amostra total para a refração na periferia temporal a 25° de excentricidade, revelou uma periferia temporal miópica em ambas as fases de estudo: $-0,51 \pm 1,32$ D e $-0,49 \pm 1,35$ D no inverno e primavera respetivamente. Um valor parecido foi encontrado no estudo OLSM [156], onde a amostra de crianças e adolescentes caucasianos emétopes exibiu uma periferia temporal miópica em relação ao erro refrativo central.

Examinando a refração periférica temporal de M médio obtida por grupos refrativos é possível constatar que os míopes apresentaram nas duas fases de avaliação uma periferia menos miópica que o erro refrativo central, isto é, existe um erro refrativo relativo hipermetrópico para a periferia temporal em comparação à fóvea. Para o grupo de emétopes e hipermetrópices o erro refrativo obtido na periferia temporal ocorreu no sentido negativo, ou seja, existiu uma mudança miópica em relação ao centro da retina. Os resultados desta investigação para o valor de M médio na retina temporal, por grupos refrativos foram semelhantes aos resultados de Mutti *et al.* [156].

Em comparação à componente astigmática J0 central, todos os grupos refrativos mostraram um aumento no astigmatismo fora-de-eixo, com o aumento da excentricidade, isto é, houve um aumento do astigmatismo contra a regra (diminuição do astigmatismo à regra) da zona foveal para a periferia temporal a 25° de excentricidade. Para a componente J45 verificou-se um ligeiro incremento do astigmatismo oblíquo, mas a mudança encontrada ocorreu em menor magnitude. Chen *et al.* [159] encontraram resultados similares no seu estudo para a componente J0 e J45 do astigmatismo na periferia temporal em dois grupos, um de crianças e adolescentes e outro de jovens adultos.

Verticalmente, todos os grupos refrativos, amostra total e por género demonstraram uma desfocagem míope na retina periférica superior. O grupo de míopes apresentou um valor miópico de M médio menor em relação aos outros grupos refrativos.

Em relação à componente astigmática J0, verificou-se um aumento do astigmatismo à regra da zona foveal até 25° de excentricidade da retina superior. Para a componente do astigmatismo oblíquo também se obteve um incremento deste do centro para a periferia superior, no entanto as diferenças encontradas tal como para a periferia temporal, não têm significância estatística nem clínica. Chen *et al.* [159] também estudaram a refração na periferia superior, e obtiveram resultados semelhantes.

As mudanças ocorridas nos erros refrativos periféricos em relação à fóvea são explicadas com base na forma do olho. Os olhos míopes possuem uma forma ocular prolatada, em comparação a uma forma ocular oblatada presente nos emétopes e hipermetropes [156, 159]. A progressão de miopia parecer estar associada à desfocagem hipermetrópica das imagens produzidas na retina periférica, que tem uma influência sobre o processo de emetropização do olho humano [183].

Uma limitação do presente estudo foi o facto de apenas ter sido considerado um ponto de excentricidade tanto na periferia temporal como superior, e por isso, torna-se difícil avaliar a forma ocular dos grupos refrativos. A partir de outros estudos é que se podem tirar conclusões mais minuciosas, sobre a forma ocular de cada grupo refrativo. A escolha da medição a 25° de excentricidade no presente estudo, deve-se ao facto de ser um ângulo suficientemente grande, para encontrar diferenças significativas do centro para a periferia, se existirem. Queirós *et al.* [183] reportam incrementos significativos do valor de M e J0 a partir dos 20°, em comparação com o erro central.

Na primavera para todos os grupos, ocorreu um alongamento axial, isto é, o comprimento axial medido na 2ª fase de avaliação (primavera) foi para a amostra total, e para os grupos divididos por erro refrativo e por género, ligeiramente maior em comparação com a 1ª fase de avaliação (inverno).

A variação ocorrida no valor médio do comprimento axial no grupo de adolescentes míopes foi de $0,05 \pm 0,06$ mm. Donovan *et al.* [39] e Fujiwara *et al.* [40] constataram que o alongamento axial em estudantes míopes de etnia asiática é influenciado pela época do ano, sendo que é menor na primavera e maior no inverno.

Seria importante avaliar o alongamento axial do olho destes adolescentes em outras estações e num maior espaço de tempo para entender se existe influência da época do ano no alongamento axial do olho.

O parâmetro raio de curvatura central foi o que se manteve constante para toda a amostra, grupos de refração, sexo masculino e feminino, ao fim de quatro meses. Pois não se encontraram diferenças no seu valor médio. A significância estatística encontrada não tem qualquer expressão em termos clínicos.

O grupo refrativo míope apresentou um raio de curvatura corneal central mais curvo em comparação com os outros grupos refrativos. Iyamu *et al.* [170] concluíram no seu estudo que, os jovens adultos míopes da sua amostra também apresentaram um raio de curvatura curvo, em relação aos emétopes e hipermetropes. No presente estudo, embora os adolescentes do sexo masculino tenham uma refração axial mais negativa, estes apresentaram uma córnea plana em relação ao sexo feminino.

O valor médio encontrado para o valor do rácio CA/RC foi superior para o grupo de adolescentes míopes e menor para os emétopes e hipermetropes. No grupo de emétopes a variação ocorrida do inverno para a primavera aumentou em 0,01 unidades, o que pode predizer um aparecimento de miopia neste grupo com o avançar dos anos [43]. O sexo masculino apresentou um rácio CA/RC superior em comparação com o sexo feminino, tendo este valor aumentado na primavera. Alguns estudos também encontraram um valor para o rácio CA/RC maior no sexo masculino [50, 164, 169].

Os resultados de prevalência da foria em visão próxima obtidos, não foram consistentes nas duas fases de estudo, isto é, no inverno (1ª avaliação) a maioria dos adolescentes apresentou a ortoforia como sendo o estado frequente em fixação de visão próxima, o que é consistente com diversos estudos que defendem que a ortoforia é o desvio mais frequentemente encontrado em visão de perto [175-177]. No entanto,

na primavera a exoforia e não ortoforia foi encontrada para ser o desvio com maior prevalência. Embora os resultados tenham sido encontrados por outro método de medida que não a asa de maddox, Miodrag *et al.* [179] encontraram a exoforia como o desvio predominante em crianças com 6 a 7 anos de idade. Num estudo recente, Leone *et al* [178], concluíram que, na sua amostra 52,2% dos adolescentes com 12 anos de idade foram encontrados como sendo exofóricos a uma distância de 33 cm.

Os valores médios da foria em visão próxima revelaram que o grupo de adolescentes míopes apresentou um valor médio mais alto de exoforia em visão próxima. Leone *et al.* [178] encontraram uma associação entre miopia e exoforia em VP num grupo de adolescentes com 12 anos de idade. Os autores concluíram que a hipermetropia foi associada a endoforia em visão próxima. No presente estudo é possível verificar que os hipermétropes apresentam um valor médio menor de exoforia em comparação aos míopes e emétopes. O valor médio da exoforia foi superior para o sexo masculino em comparação com sexo feminino. Este resultado pode ser explicado pelo facto de os rapazes apresentarem uma refração central mais negativa que segundo Leone *et al.*[178], existe uma associação entre miopia e exoforia em visão próxima.

Do inverno para a primavera ocorreu uma diminuição na convergência (aumento da exoforia) em visão próxima para todos os grupos. Esta alteração foi caracterizada por alguns autores como sendo uma resposta do sistema visual no sentido de um menor esforço em condições de stress visual [180, 184].

O não uso de óculos por parte somente do pai do adolescente foi relacionado com a variação ocorrida de um aumento no CA médio. Este facto pode estar relacionado com um maior número de pais que não usam óculos ou compensação visual e tenham erros refrativos negativos não corrigidos. Neste caso, poderíamos falar numa relação de história familiar entre pai e adolescente. A hereditariedade miópica é mais importante em pessoas com maiores graus de miopia [12]. No entanto, pode não haver associação entre o estado de miopia parental com a variação ocorrida no CA do inverno para a primavera. Alguns estudos não encontraram uma ligação ente história de miopia parental, M e CA dos filhos [130, 131].

Wu e Edwards [129] avaliaram a prevalência de miopia em três gerações (avós, pais, filhos) e concluíram que, a prevalência de miopia foi maior na terceira geração

(filhos). Os autores justificam estes dados através dos fatores ambientais, como o desenvolvimento industrial (novas tecnologias), o aumento nas tarefas de perto (maior nível de escolaridade) e menos tempo despendido ao ar livre. Atualmente a teoria mais aceita é de que a predisposição genética é influenciada pelos estímulos ambientais no sentido de moldar o desenvolvimento do erro refrativo [30]. O meio ambiente em que o adolescente está inserido pode ter mais efeito sobre a evolução do seu estado refrativo, do que o facto de os pais (neste caso, somente o pai) usarem ou não qualquer tipo de compensação visual.

A variação no CA encontrada para os adolescentes que nunca estiveram ao ar livre durante o fim de semana no inverno, revela que, estar poucas horas em atividades no exterior teve um impacto sobre o CA, uma vez que, ocorreu um incremento neste parâmetro, nos adolescentes que despenderam de poucas horas em atividades ao ar livre. Este resultado é consistente com um estudo [29] realizado em Singapura, onde os autores verificaram que para cada aumento de horas em atividade ao ar livre por dia, o valor do componente M diminuía +0,17 D (ou seja, uma mudança no sentido de hipermetropia) e o CA diminuiu 0,06 mm (olhos mais pequenos nos adolescentes com maior número de horas ao ar livre).

Alguns fatores têm sido referidos para explicar esta associação entre mais tempo gasto ao ar livre como um fator de proteção contra o aparecimento e progressão de miopia. A intensidade da luz no exterior torna maior a profundidade de campo e reduz a desfocagem da imagem retiniana. Além disso, a libertação de dopamina a partir da retina estimulada pela luz, pode inibir o crescimento do olho [28]. Smith *et al* [33]. constataram que a iluminação ambiente alta (níveis mais elevados de luz) que se encontra ao ar livre é que tem um efeito protetor contra o aparecimento e progressão de miopia, esta teoria pode explicar a variação de -0,13 D encontrada nos adolescentes que estiveram 3 ou mais horas ao ar livre por dia durante o fim de semana na primavera. Embora com a transição inverno – primavera os níveis de luz ambiente aumentem, é no verão que se verifica o pico da iluminação ambiente com mais tempo despendido em atividades ao ar livre. O trabalho em visão próxima é outro fator que pode dar resposta a esta variação. Estes fatores (atividades ao ar livre e trabalho em visão próxima) associam-se entre si, sendo que um fator não elimina o outro.

As variáveis relacionadas com o trabalho em visão próxima como estudar durante o fim de semana na primavera, revelaram uma variação no valor médio M de -0,25 D para os adolescentes que passavam 3 ou mais horas a estudar por dia durante o fim de semana. Vários estudos encontram uma associação entre ocupações académicas e miopia, e por isso, o trabalho em visão próxima tem sido associado a um fator de risco ambiental [85]. Foi proposto que a desfocagem hipermetrópica induzida pelo atraso acomodativo durante o trabalho de perto estimula o crescimento do olho, e consequentemente o aparecimento e desenvolvimento de miopia [26]. Ip *et al.* [26] revelaram que, os adolescentes que liam de forma contínua por mais de 30 minutos tinham 1,5 vezes mais probabilidade de desenvolverem miopia. O número de livros lidos é um melhor preditor de miopia alta em crianças do que o tempo de leitura segundo outros autores [25]. No estudo SCORM [127], cada livro lido por semana foi associado a um aumento no CA de 0,04 mm.

Viver na cidade, com grande densidade populacional, traz consigo certos condicionantes, como o tempo em atividades ao ar livre que é limitado. Contrariamente, viver numa aldeia, numa zona rural, com atividade agrícola e operária, leva a que os adolescentes despendam de um tempo superior ao ar livre. A vida calma e pacata das aldeias faz com que as pessoas se sintam mais livres para andar fora de casa quando assim o entenderem. A vila pode ser considerada uma zona semiurbana, pois tem um pouco das duas áreas (rural e urbana), no entanto em comparação à aldeia tem um maior grau de urbanização. A variação encontrada para o componente médio M, foi de -0,17 D para os adolescentes que residiam na vila, e foi hipermetrópica para os que residiam na aldeia e na cidade. Um estudo [110] encontrou uma associação entre miopia e viver em ambientes urbanos com maior densidade populacional (cidade). A prevalência de miopia foi menor (6,9%), na região suburbana exterior, e maior (17,8%) na região centro da cidade, nos adolescentes australianos com idade média de 12 anos. Neste caso, não podemos fazer uma análise pormenorizada em relação a esse facto, pois a amostra de adolescentes que residiam na cidade é muito pequena. No entanto, podemos afirmar que viver em ambientes semiurbanos, como a vila, está associado a uma variação no sentido miópico dos adolescentes, quando comparada a área rural.

Ip *et al.* [110] encontraram ainda no estudo referido anteriormente, uma associação para o tipo de habitação e miopia, que foi significativamente mais frequente nos adolescentes que viviam em tipos de habitação confinados e pequenos (21,4%) e em apartamentos (26,3%) do que aqueles que habitavam em casas independentes (11,6%). No presente estudo, encontrou-se uma variação ao fim de quatro meses, no componente M de -0,16 D, para os adolescentes residentes em apartamentos. Contrariamente a variação ocorrida para os adolescentes que residiam em casas, independentes, ocorreu no sentido hipermetrópico (0,04 D).

A análise da influência da história familiar ótica, dos hábitos de visão (atividades ao ar livre/ trabalho em visão próxima), zona e tipo de residência sobre a variação dos componentes M e CA, não acrescentaram nenhuma relevância aos estudos já realizados, podendo esta fraca correlação, ficar a dever-se ao facto do inquérito não ser o método mais indicado para avaliar as variáveis em estudo.

Capítulo 6 – Conclusões

A realização deste trabalho permite concluir:

- O estado refrativo com maior prevalência nos adolescentes é a emetropia;
- O sexo masculino possui uma prevalência superior de miopia em relação ao sexo feminino;
- O astigmatismo com o meridiano principal à regra é frequentemente encontrado nos adolescentes;
- A medição da heteroforia em visão próxima com a asa de maddox deve ser cuidadosa, principalmente nas faixas etárias mais novas;
- Existe uma tendência de um aumento, no sentido negativo, para o valor do componente M médio do erro refrativo central da amostra total, do inverno para a primavera;
- Ao fim de quatro meses, a componente J0 central do astigmatismo à regra aumenta, e existe uma ligeira estabilidade para a componente J45 do astigmatismo oblíquo;
- Míopes possuem um erro refrativo relativo da fóvea para a retina temporal hipermetrópico, emétopes e hipermetrópicas uma refração periférica relativa miópica;
- Do centro da retina para a periferia temporal ocorre uma mudança no componente do astigmatismo J0 que, se traduz num aumento considerável de astigmatismo contra a regra;
- Para a amostra total, existe uma variação miópica do centro da retina para a periferia superior;

- A componente do astigmatismo J0 apresenta um aumento notável do astigmatismo à regra do centro da retina para a periferia superior;
- Tanto para a periferia temporal como superior existe uma mudança, embora pequena do eixo do astigmatismo oblíquo do 1º quadrante para o 2º quadrante;
- O CA apresenta um incremento do seu valor, para os adolescentes, no fim do estudo, sendo superior para o grupo de míopes e menor no grupo de hipermetropes e no sexo feminino;
- Em adolescentes, o raio de curvatura da córnea central não sofre alterações, sendo o único parâmetro ocular estável ao longo do estudo. Os míopes e os adolescentes do sexo feminino apresentam um RC mais curvo;
- Como seria de esperar, segundo o preditor CA/RC existem valores bem definidos para os três grupos refrativos. Foi encontrada uma tendência para a mudança no sentido miópico nos adolescentes emétopes, no sexo masculino e na amostra total. Esta tendência pode indicar um aumento da prevalência de miopia em futuras análises a estes mesmos adolescentes;
- Míopes apresentam valores médios de exoforia mais altos, quando comparados com hipermetropes. Emétopes, grupos divididos por género e amostra total apresentam valores semelhantes. Existe uma tendência para uma diminuição na convergência com a passagem do inverno para a primavera;
- As variáveis: história familiar ótica do pai, hábitos visuais (interior/exterior), zona e tipo de habitação e alimentação foram correlacionadas de forma estatisticamente significativa com a variação encontrada no M ou no CA. No entanto, estes fatores de risco ou condicionantes para o aparecimento e desenvolvimento de miopia apresentam no geral, correlações fracas para a variação de M ou CA.

Capítulo 7 – Referências

1. Logan, N.S. and B. Gilmartin, *School vision screening, ages 5–16 years: the evidence-base for content, provision and efficacy*. Ophthalmic and Physiological Optics, 2004. **24**(6): p. 481-492.
2. Tan NWH, S.S., Lam DSC, et al., *Temporal variations in myopia progression in Singaporean children within an academic year*. Optom Vis Sci 2000. **77**: p. 465-472.
3. Saw, S.-M., *A synopsis of the prevalence rates and environmental risk factors for myopia*. Clinical and Experimental Optometry, 2003. **86**(5): p. 289-294.
4. Pan, C.-W., D. Ramamurthy, and S.-M. Saw, *Worldwide prevalence and risk factors for myopia*. Ophthalmic and Physiological Optics, 2012. **32**(1): p. 3-16.
5. Shih, Y.F., et al., *Comparing myopic progression of urban and rural Taiwanese schoolchildren*. Japanese journal of ophthalmology, 2010. **54**(5): p. 446-451.
6. Wojciechowski, R., *Nature and Nurture: the complex genetics of myopia and refractive error*. Clinical Genetics, 2011. **79**(4): p. 301.
7. Vivien Cherng-Hui, V.C.Y., et al., *The Relationship between Growth Spurts and Myopia in Singapore Children*. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2012. **53**(13): p. 7961-7966.
8. Nissenkorn, I., et al., *Myopia in premature babies with and without retinopathy of prematurity*. British journal of ophthalmology, 1983. **67**(3): p. 170-173.
9. Saw, S.M., et al., *The relation between birth size and the results of refractive error and biometry measurements in children*. The British journal of ophthalmology, 2004. **88**(4): p. 538-542.
10. Mandel, Y., et al., *Season of Birth, Natural Light, and Myopia*. Ophthalmology, 2008. **115**(4): p. 686-692.
11. Ip, J.M., et al., *Ethnic Differences in the Impact of Parental Myopia: Findings from a Population-Based Study of 12-Year-Old Australian Children*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2007. **48**(6): p. 2520-2528.
12. Saw, S.-M., Katz, J., Schein, O.D., Chew, S.J., Chan, T.-K., *Epidemiology of Myopia*. Epidemiologic Reviews 1996. **18**(2): p. 175-187.
13. Saw, S.-M., et al., *Component dependent risk factors for ocular parameters in Singapore Chinese children*. Ophthalmology, 2002. **109**(11): p. 2065-2071.
14. Wu, M.M. and M.H. Edwards, *The effect of having myopic parents: an analysis of myopia in three generations*. Optom Vis Sci, 1999. **76**(6): p. 387-92.
15. Guggenheim, J.A., et al., *Correlations in refractive errors between siblings in the Singapore Cohort Study of Risk factors for Myopia*. Br J Ophthalmol, 2007. **91**(6): p. 781-784.
16. Chen, C.J., Cohen, B.H., Diamond, E.L., *Genetic and environmental effects on the development of myopia in Chinese twin children*. Ophthalmic Paediatr. Genet, 1985. **6**: p. 353-359.
17. Cordain, L., et al., *An evolutionary analysis of the aetiology and pathogenesis of juvenile-onset myopia*. Acta Ophthalmol Scand, 2002. **80**(2): p. 125-135.
18. Curtin, B.J., *The Myopias: Basic Science and Clinical Management*. Philadelphia:Harper & Row, 1985.
19. Scanlan, P.J., *Respiratory System Directly Influences Visual System: Scanlan's General Theory of Myopia*. J Modern Vision Sci, January 2006.
20. Rose KA, M.I., Smith W, Burlutsky G, Mitchell P & Saw SM *Myopia, lifestyle, and schooling in students of Chinese ethnicity in Singapore and Sydney*. Arch Ophthalmol, 2008. **126**: p. 527-530.

21. Wong TY, F.P., Johnson GJ, Seah SK, *Education, socioeconomic status, and ocular dimensions in Chinese adults: the Tanjong Pagar Survey*. Br J Ophthalmol, 2002. **86**: p. 963-968.
22. Rosenfield, M., Logan, N., Edwards, K.H, *Optometry: Science, Techniques and Clinical Management*. 2nd ed 2009.
23. Saw, S.-M., et al., *IQ and the Association with Myopia in Children*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2004. **45**(9): p. 2943-2948.
24. Saw SM, H.R., Zhang MZ et al. , *Near-work activity and myopia in rural and urban schoolchildren in China*. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 2001. **38**: p. 149-155.
25. Saw, S., et al., *NEar-work activity, night-lights, and myopia in the singapore-china study*. Archives of Ophthalmology, 2002. **120**(5): p. 620-627.
26. Ip, J.M., et al., *Role of Near Work in Myopia: Findings in a Sample of Australian School Children*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2008. **49**(7): p. 2903-2910.
27. Mutti, D.O., et al., *Parental Myopia, Near Work, School Achievement, and Children's Refractive Error*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2002. **43**(12): p. 3633-3640.
28. Rose, K.A., et al., *Outdoor Activity Reduces the Prevalence of Myopia in Children*. Ophthalmology, 2008. **115**(8): p. 1279-1285.
29. Dirani, M., et al., *Outdoor activity and myopia in Singapore teenage children*. The British journal of ophthalmology, 2009. **93**(8): p. 997-1000.
30. Jones, L.A., et al., , *Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia*. Invest Ophthalmol.Vis.Sci., 2007. **48**(8): p. 3524-3532.
31. Cohen Y, B.M., Yehezkel O, Solomon AS & Polat U., *Dependency between light intensity and refractive development under light-dark cycles*. Exp Eye Res, 2011. **92**: p. 40-46.
32. Ashby, R.S. and F. Schaeffel, *The Effect of Bright Light on Lens Compensation in Chicks*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2010. **51**(10): p. 5247-5253.
33. Smith, E.L., L.-F. Hung, and J. Huang, *Protective Effects of High Ambient Lighting on the Development of Form-Deprivation Myopia in Rhesus Monkeys*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2012. **53**(1): p. 421-428.
34. Quinn, G.E., et al. , *Myopia and ambient lighting at night*. Nature, 1999. **399**(6732): p. 113-114.
35. Loman, J., et al., *Darkness and near work: myopia and its progression in third-year law students*. Ophthalmology, 2002. **109**(5): p. 1032-1038.
36. Lim, L.S., et al., *Dietary Factors, Myopia, and Axial Dimensions in Children*. Ophthalmology, 2010. **117**(5): p. 993-997.e4.
37. Edwards, M.H., S.S.F. Leung, and W.T.K. Lee. , *Do variations in normal nutrition play a role in the development of myopia? .* Optom Vis.Sci., 1996. **73**(10): p. 638-643.
38. Hira, et al., *Dietary Pattern in Myopic Patients in High School Children of Lahore, Pakistan*. IJAVMS, 2010. **4**(1): p. 28-35.
39. Donovan, L., et al., *Myopia progression in Chinese children is slower in summer than in winter*. Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry, 2012. **89**(8): p. 1196-1202.
40. Miyuki, F., et al., *Seasonal variation in myopia progression and axial elongation: an evaluation of Japanese children participating in a myopia control trial*. Japanese journal of ophthalmology, 2012.
41. Kang, P., et al., *Peripheral Refraction in Different Ethnicities*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2010. **51**(11): p. 6059-6065.
42. Anson AM, D.H., *Diagnosis and management of ocular motility disorders*. 3rd edn. London: Blackwell Science, 2001: p. 312-27.
43. Jorge, J.M., *Preditores das alterações visuais em jovens universitários in Departamento de Física* 2006, Universidade do Minho.

44. Pi, L.H., et al., *Refractive status and prevalence of refractive errors in suburban school-age children*. Int J Med Sci, 2010. **7**(6): p. 342-353.
45. McCarty, C.A.C., *Uncorrected refractive error*. Br J Ophthalmol, 2006. **90**(5): p. 521-522.
46. Gilmartin, B., *Myopia: precedents for research in the twenty-first century*. Clinical & Experimental Ophthalmology, 2004. **32**(3): p. 305-324.
47. JORGE J, G.-M.J., QUEIROS A, BORGES DE ALMEIDA J , PARAFITA MA *Differences in ametropia prevalence obtained different methods of refraction*. Acta Ophthalmol Scand 2006. **84**, s239: p. 165.
48. Negrel, A.D., et al., *Refractive error study in children: sampling and measurement methods for a multi-country survey*. American Journal of Ophthalmology, 2000. **129**(4): p. 421-426.
49. Barnes, M., Williams, C., Lumb, R., Harrad, R. A., Sparrow, J. M., Harvey, I. and ALSPAC study team (2001). *The prevalence of refractive errors in a UK birth cohort of children aged 7 years*. . Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. ARVO E-abstract 2096. , 2001.
50. Ojaimi, E., et al., *Distribution of Ocular Biometric Parameters and Refraction in a Population-Based Study of Australian Children*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2005. **46**(8): p. 2748-2754.
51. Villarreal, M.G., et al., *Myopisation: The refractive tendency in teenagers. Prevalence of myopia among young teenagers in Sweden*. Acta Ophthalmologica Scandinavica, 2000. **78**(2): p. 177-181.
52. ZADNIK, K., et al., *Ocular Component Data in Schoolchildren as a Function of Age and Gender*. Optometry & Vision Science, 2003. **80**(3): p. 226-236.
53. Kleinstein, R.N., et al., *REfractive error and ethnicity in children*. Archives of Ophthalmology, 2003. **121**(8): p. 1141-1147.
54. Ip, J.M., et al., *Ethnic differences in refraction and ocular biometry in a population-based sample of 11-15-year-old Australian children*. Eye (London, England), 2008. **22**(5): p. 649-656.
55. Fan, D.S.P., et al., *Prevalence, Incidence, and Progression of Myopia of School Children in Hong Kong*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2004. **45**(4): p. 1071-1075.
56. LAM, C.S.Y., E. GOLDSCHMIDT, and M.H. EDWARDS, *Prevalence of Myopia in Local and International Schools in Hong Kong*. Optometry & Vision Science, 2004. **81**(5): p. 317-322.
57. Goh, P.-P., et al., *Refractive Error and Visual Impairment in School-Age Children in Gombak District, Malaysia*. Ophthalmology, 2005. **112**(4): p. 678-685.
58. Zhao, J., et al., *Refractive error study in children: results from Shunyi District, China*. American Journal of Ophthalmology, 2000. **129**(4): p. 427-435.
59. Murthy, G.V.S., et al., *Refractive Error in Children in an Urban Population in New Delhi*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2002. **43**(3): p. 623-631.
60. Pokharel, G.P., et al., *Refractive Error Study in Children: results from Mechi Zone, Nepal*. American Journal of Ophthalmology, 2000. **129**(4): p. 436-444.
61. Dandona, R., et al., *Refractive Error in Children in a Rural Population in India*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2002. **43**(3): p. 615-622.
62. Maul, E., et al., *Refractive error study in children: results from La Florida, Chile*. American Journal of Ophthalmology, 2000. **129**(4): p. 445-454.
63. Naidoo, K.S., et al., *Refractive Error and Visual Impairment in African Children in South Africa*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2003. **44**(9): p. 3764-3770.
64. He, M., et al., *Refractive Error and Visual Impairment in Urban Children in Southern China*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2004. **45**(3): p. 793-799.
65. Queirós, A.F.-B., T; Jorge, J; Peixoto-de-Matos, S; González-Méijome, JM; Cerviño, A; R, Montes-Mico., *Prevalence of refractive conditions in the general population attending eye care clinics in the north of Portugal*. Atti Della "Fondazione Giorgio Ronchi", 2009. **64**(1): p. 101-111.

66. Jobke, S., E. Kasten, and C. Vorwerk, *The prevalence rates of refractive errors among children, adolescents, and adults in Germany*. Clin Ophthalmol, 2008. **2**(3): p. 601-607.
67. Mavracanas, T.A., et al., *Prevalence of myopia in a sample of Greek students*. Acta Ophthalmologica Scandinavica, 2000. **78**(6): p. 656-659.
68. Cummings, G.E., *Vision screening in junior schools*. Public Health, 1996. **110**(6): p. 369-372.
69. Montés-Micó, R. and T. Ferrer-Blasco, *Distribution of refractive errors in Spain*. Documenta Ophthalmologica, 2000. **101**(1): p. 25-33.
70. Zadnik, K., et al., *Initial cross-sectional results from the Orinda Longitudinal Study of Myopia*. Optom.Vis.Sci., 1993. **70**(9): p. 750-758.
71. Fulk, G.W. and L.A. Cyert, *Can bifocals slow myopia progression?* Journal of the American Optometric Association, 1996. **67**(12): p. 749-754.
72. Goss, D.A. and B.B. Rainey, *Relation of childhood myopia progression rates to time of year*. Journal of the American Optometric Association, 1998. **69**(4): p. 262-266.
73. George, W.F., A.C. Lynn, and A.P. Donald, *Seasonal variation in myopia progression and ocular elongation*. Optom Vis Sci, 2002. **79**(1): p. 46-51.
74. Pointer, J.S., *A 6-year longitudinal optometric study of the refractive trend in school-aged children*. Ophthalmic and Physiological Optics, 2001. **21**(5): p. 361-367.
75. Zhao, J., et al., *The progression of refractive error in school-age children: Shunyi district, China*. American Journal of Ophthalmology, 2002. **134**(5): p. 735-743.
76. Edwards, M.H., *The development of myopia in Hong Kong children between the ages of 7 and 12 years: a five-year longitudinal study*. Ophthalmic and Physiological Optics, 1999. **19**(4): p. 286-294.
77. Lam CS, E.M., Millodot M, Goh WS., *A 2-year longitudinal study of myopia progression and optical component changes among Hong Kong schoolchildren*. Optom Vis Sci 1999. **76**: p. 370-380.
78. Anderson H, S.K., Fern KD, Manny RE, *Ten-year changes in fusional vergence, phoria, and nearpoint of convergence in myopic children*. Optom Vis Sci, 2011. **88**: p. 1060-5.
79. Ding, X., et al., *Heritability of Peripheral Refraction in Chinese Children and Adolescents: The Guangzhou Twin Eye Study*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2012. **53**(1): p. 107-111.
80. Garner, L.F., et al., *Prevalence of myopia in school children in Vanuatu*. Acta Ophthalmologica, 1985. **63**(3): p. 323-326.
81. Garner, L.F., et al., *Refraction and its components in Melanesian schoolchildren in Vanuatu*. American journal of optometry and physiological optics, 1988. **65**(3): p. 182-189.
82. Garner, L.F., et al., *Ocular dimensions and refractive power in Malay and Melanesian children*. Ophthalmic and Physiological Optics, 1990. **10**(3): p. 234-238.
83. Verlee, D.L.D., *Ophthalmic survey in the Solomon Islands*. Am J Ophthalmol, 1968. **66**(2): p. 304-319.
84. Andrist, S. and R.L. Yolton, *Visual characteristics of natives in Fiji, South Pacific*. Vol. 57. 1986. 431-4.
85. Morgan, I. and K. Rose, *How genetic is school myopia?* Progress in Retinal and Eye Research, 2005. **24**(1): p. 1-38.
86. Grosvenor, T., *Myopia in Melanesian school children in Vanuatu*. Acta Ophthalmologica, 1988. **66**(S185): p. 24-28.
87. Sapkota, Y.D., Adhikari, B.N., Pokharel, G.P., Poudyal, B.K., & Ellwein, L.B. , *The prevalence of visual impairment in school children of upper-middle socioeconomic status in Kathmandu*. Ophthalmic epidemiology, 2008. **15**: p. 17-23.
88. Lin, L.L., et al., *Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983 to 2000*. Ann Acad Med Singapore, 2004. **33**(1): p. 27-33.

89. Lin, L.L., Shih, Y.F., Hsiao, C.K., Chen, C.J., Lee, L.A., Hung, P.T., *Epidemiologic study of the prevalence and severity of myopia among schoolchildren in Taiwan in 2000.* J. Formos. Med. Assoc., 2001. **100**: p. 684-691.
90. Tay, M.T., Au Eong, K.G., Ng, C.Y., Lim, M.K., *Myopia and educational attainment in 421,116 young Singaporean males.* Ann. Acad. Med. Singapore, 1992(21): p. 785-791.
91. Wu, H.-M., et al., *Does Education Explain Ethnic Differences in Myopia Prevalence? A Population-Based Study of Young Adult Males in Singapore.* Optometry & Vision Science, 2001. **78**(4): p. 234-239.
92. Quek, T.P.L., et al., *Prevalence of refractive errors in teenage high school students in Singapore.* Ophthalmic and Physiological Optics, 2004. **24**(1): p. 47-55.
93. Matsumura, H. and H. Hirai, *Prevalence of Myopia and Refractive Changes in Students From 3 to 17 Years of Age.* Survey of ophthalmology, 1999. **44**: p. S109-S115.
94. Woodruff, M.E. and M.J. Samek, *The refractive status of Belcher Island Eskimos.* Can J Public Health, 1976. **67**(4): p. 314-320.
95. Woodruff, M.E. and M.J. Samek, *A study of the prevalence of spherical equivalent refractive states and anisometropia in Amerind populations in Ontario.* Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique, 1977. **68**(5): p. 414-424.
96. Green, L.D., Derr, J.N., Knight, A. , *mtDNA affinities of the peoples of North-Central Mexico.* Am. J. Hum. Genet. , 2000. **66**: p. 989-998.
97. Villarreal, G.M., et al., *Prevalence of myopia among 12- to 13-year-old schoolchildren in northern Mexico.* Optom Vis Sci, 2003. **80**(5): p. 369-373.
98. Salomão, S.R., et al., *Prevalence and Causes of Visual Impairment in Low–Middle Income School Children in São Paulo, Brazil.* Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2008. **49**(10): p. 4308-4313.
99. Dandona, R., et al., *Refractive Errors in an Urban Population in Southern India: The Andhra Pradesh Eye Disease Study.* Investigative Ophthalmology & Visual Science, 1999. **40**(12): p. 2810-2818.
100. Dandona, R., et al., *Population-based assessment of refractive error in India: the Andhra Pradesh eye disease study.* Clinical & Experimental Ophthalmology, 2002. **30**(2): p. 84-93.
101. Au Eong, K.G., T.H. Tay, and M.K. Lim, *Race, culture and Myopia in 110,236 young Singaporean males.* Singapore medical journal, 1993. **34**(1): p. 29-32.
102. Kawuma, M. and R. Mayeku, *A survey of the prevalence of refractive errors among children in lower primary schools in Kampala district.* African health sciences, 2002. **2**(2): p. 69-72.
103. Wedner, S.H., et al., *Myopia in secondary school students in Mwanza City, Tanzania: the need for a national screening programme.* Br J Ophthalmol, 2002. **86**(11): p. 1200-1206.
104. Lewallen, S., et al., *A population-based survey of the prevalence of refractive error in Malawi.* Ophthalmic epidemiology, 1995. **2**(3): p. 145-149.
105. ZADNIK, K., *Myopia Development in Childhood.* Optometry & Vision Science, 1997. **74**(8): p. 603-608.
106. Midelfart, A., et al., *Prevalence of refractive errors in young and middle-aged adults in Norway.* Acta Ophthalmologica Scandinavica, 2002. **80**(5): p. 501-505.
107. Rose, K., et al., *The increasing prevalence of myopia: implications for Australia.* Clinical & Experimental Ophthalmology, 2001. **29**(3): p. 116-120.
108. Plainis, S., et al., *Myopia and visual acuity impairment: a comparative study of Greek and Bulgarian school children.* Ophthalmic & physiological optics : the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists), 2009. **29**(3): p. 312-320.
109. Berger, D.D.I., *Worldwide Distribution of visual refractive errors and what to expect at a particular location.* Presentation to the International Society for Geographic and Epidemiologic Ophthalmology.

110. Ip, J.M., et al., *Myopia and the urban environment: findings in a sample of 12-year-old Australian school children*. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2008. **49**(9): p. 3858-3863.
111. Rudnicka, A.R., et al., *Ethnic differences in the prevalence of myopia and ocular biometry in 10-11 year old children: the Child Heart And Health Study in England (CHASE)*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2010.
112. Logan, N.S., et al., *Childhood ethnic differences in ametropia and ocular biometry: the Aston Eye Study*. Ophthalmic and Physiological Optics, 2011. **31**(5): p. 550-558.
113. Sperduto, R.D., et al., *Prevalence of myopia in the united states*. Archives of Ophthalmology, 1983. **101**(3): p. 405-407.
114. Mutti, D.O., et al., *Axial Growth and Changes in Lenticular and Corneal Power during Emmetropization in Infants*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2005. **46**(9): p. 3074-3080.
115. Morgan, I.G., et al., *Is emmetropia the natural endpoint for human refractive development? An analysis of population-based data from the refractive error study in children (RESC)*. Acta Ophthalmol, 2010. **88**(8): p. 877-884.
116. LIN, L.L.-K., et al., *Epidemiologic Study of Ocular Refraction among Schoolchildren in Taiwan in 1995*. Optometry & Vision Science, 1999. **76**(5): p. 275-281.
117. Hyman, L., et al., *Relationship of age, sex, and ethnicity with myopia progression and axial elongation in the correction of myopia evaluation trial*. Archives of Ophthalmology, 2005. **123**(7): p. 977-987.
118. Fielder AR, L.M., Russell-Eggitt IM, Weale RA, *Temperature - a factor in ocular development?* 1986. **28**(3): p. 279-84.
119. Saw, S.-M. and S.-J. Chew, *Myopia in children born premature or with low birth weight*. Acta Ophthalmologica Scandinavica, 1997. **75**(5): p. 548-550.
120. Ojaimi, E., et al., *Impact of birth parameters on eye size in a population-based study of 6-year-old Australian children*. American Journal of Ophthalmology, 2005. **140**(3): p. 535-537.
121. McMahon, G., et al., *Season of Birth, Daylight Hours at Birth, and High Myopia*. Ophthalmology, 2009. **116**(3): p. 468-473.
122. John R. Phillips, S.B.a.A.V.C., *Myopia, Light and Circadian Rhythms*
123. Vannas, A.E., et al., *Myopia and natural lighting extremes: risk factors in Finnish army conscripts*. Acta Ophthalmol Scand, 2003. **81**(6): p. 588-595.
124. Mutti, D.O., K. Zadnik, and A.J. Adams, *Myopia. The nature versus nurture debate goes on*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 1996. **37**(6): p. 952-7.
125. Pacella, R., et al., *Role of genetic factors in the etiology of juvenile-onset myopia based on a longitudinal study of refractive error*. Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry, 1999. **76**(6): p. 381-386.
126. Yap, M., et al., *Role of heredity in the genesis of myopia*. Ophthalmic and Physiological Optics, 1993. **13**(3): p. 316-319.
127. Saw SM, C.W., Hong CY, et al. , *Nearwork in early-onset myopia*. Invest Ophthalmol Vis Sci., 2002. **43**: p. 332-339.
128. Zadnik, K., et al., *The effect of parental history of myopia on children's eye size*. JAMA : the journal of the American Medical Association, 1994. **271**(17): p. 1323-1327.
129. MEW-MAY WU, M. and M.H. EDWARDS, *The Effect of Having Myopic Parents: An Analysis of Myopia in Three Generations*. Optometry & Vision Science, 1999. **76**(6): p. 387-392.
130. Edwards, M.H., *Effect of parental myopia on the development of myopia in Hong Kong Chinese*. Ophthalmic and Physiological Optics, 1998. **18**(6): p. 477-483.
131. Fan, D.S.P., et al., *The effect of parental history of myopia on eye size of pre-school children: a pilot study*. Acta Ophthalmologica Scandinavica, 2005. **83**(4): p. 492-496.

132. Lyhne, N., et al., *The importance of genes and environment for ocular refraction and its determiners: a population based study among 20-45 year old twins*. Br J Ophthalmol, 2001. **85**(12): p. 1470-1476.
133. Mak, W., et al., *Myopia as a latent phenotype of a pleiotropic gene positively selected for facilitating neurocognitive development, and the effects of environmental factors in its expression*. Medical hypotheses, 2006. **66**(6): p. 1209-1215.
134. Sherwin, J.C., et al., *The Association between Time Spent Outdoors and Myopia in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis*. Ophthalmology, 2012. **119**(10): p. 2141-2151.
135. Jones-Jordan LA, M.G., Cotter SA et al. , *Visual activity before and after the onset of juvenile myopia*. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2011. **52**: p. 1841-1850.
136. Deere, K., et al., *Myopia and later physical activity in adolescence: a prospective study*. British journal of sports medicine, 2009. **43**(7): p. 542-544.
137. Jones LA, S.L., Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML & Zadnik K. , *Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia*. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2007. **48**: p. 3524-3532.
138. Mehdizadeh, M. and M.H. Nowroozadeh, *Outdoor Activity and Myopia*. Ophthalmology, 2009. **116**(6): p. 1229-1230.
139. Neil Charman, W., *Myopia, posture and the visual environment*. Ophthalmic and Physiological Optics, 2011. **31**(5): p. 494-501.
140. Lim, L.S., et al., *Distribution and determinants of ocular biometric parameters in an Asian population: the Singapore Malay eye study*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2010. **51**(1): p. 103-109.
141. Saw, S.M., et al., *Factors related to the progression of myopia in Singaporean children*. Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry, 2000. **77**(10): p. 549-554.
142. Saw, S.-M., et al., *Myopia and night lighting in children in Singapore*. British journal of ophthalmology, 2001. **85**(5): p. 527-528.
143. Zadnik K, J.L., Irvin BC, et al. , *Myopia and ambient night-time lighting*. Nature, 2000. **404**: p. 143-144.
144. Guggenheim, J.A., C. Hill, and T.F. Yam, *Myopia, genetics, and ambient lighting at night in a UK sample*. Br J Ophthalmol, 2003. **87**(5): p. 580-582.
145. Chong, Y.S., et al. , *Association between breastfeeding and likelihood of myopia in children*. JAMA, 2005. **293**(24): p. 3001-3002.
146. Rudnicka, A.R., et al., *Effect of breastfeeding and sociodemographic factors on visual outcome in childhood and adolescence*. The American Journal of Clinical Nutrition, 2008. **87**(5): p. 1392-1399.
147. Sham, W.K., et al., *Breastfeeding and association with refractive error in young Singapore Chinese children*. Eye (Lond), 2010. **24**(5): p. 875-875.
148. Lee, J.J., et al. , *Prevention of myopia progression with 0.05% atropine solution*. J Ocul.Pharmacol.Ther, 2006. **22**(1): p. p. 41-46.
149. Guzowski, M., et al., *Five-year refractive changes in an older population - The Blue Mountains Eye Study*. Ophthalmology, 2003. **110**(7): p. p. 1364-1370.
150. Karadayi, K., et al., *The association between hypermetropia and essential hypertension*. Am J Ophthalmol, 2005. **140**(3): p. p. 446-453.
151. Gundogan FC, e.a., *Essential hypertension and hypermetropia: is there really an association?* International Journal of Ophthalmology, 2007. **221**(6): p. p.406-410.
152. Smith EL 3rd, K.C., Ramamirtham R, Qiao-Grider Y, Hung LF. , *Peripheral vision can influence eye growth and refractive development in infant monkeys*. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2005. **46**: p. 3965-3972.
153. Smith, E.L., 3rd, et al., *Effects of foveal ablation on emmetropization and form-deprivation myopia*. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2007. **48**(9): p. 3914-22.

154. Hoogerheide J, R.F., Hoogenboom WP., *Acquired myopia in young pilots*. Ophthalmologica, 1971. **163**: p. 209-215.
155. Rempt F, H.J., Hoogenboom WP. , *Peripheral retinoscopy and the skiagram*. Ophthalmologica, 1971. **162**: p. 1-10.
156. Mutti, D.O., et al., *Peripheral Refraction and Ocular Shape in Children*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2000. **41**(5): p. 1022-1030.
157. Atchison, D.A., N. Pritchard, and K.L. Schmid, *Peripheral refraction along the horizontal and vertical visual fields in myopia*. Vision Research, 2006. **46**(1450): p. 1458.
158. Mutti, D.O., et al., *Refractive Error, Axial Length, and Relative Peripheral Refractive Error before and after the Onset of Myopia*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2007. **48**(6): p. 2510-2519.
159. Chen, X., et al., *Characteristics of peripheral refractive errors of myopic and non-myopic Chinese eyes*. Vision Research, 2010. **50**(1): p. 31-35.
160. Sng CC, L.X., Gazzard G et al., *Peripheral refraction and refractive error in singapore chinese children*. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2011. **52**: p. 1181-1190.
161. Sng CC, L.X., Gazzard G et al., *Change in peripheral refraction over time in Singapore Chinese children*. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011. **52**: p. 7880-7887.
162. Grosvenor T, S.R., *Role of the axial length/ corneal radius ratio in determining the refractive state of the eye*. Optom Vis Sci, 1994. **71**: p. 573-579.
163. Wu HM, G.A., Newland HS, Selva D, Aung T, Casson RJ., *Association between stature, ocular biometry and refraction in an adult population in rural Myanmar: the Meiktila eye study*. Clin Experiment Ophthalmol, 2007. **35**: p. 834-839.
164. González Blanco F, S.F.J., Muñoz Sanz MA., *Axial length, corneal radius, and age of myopia onset*. Optom Vis Sci 2008. **85**: p. 89-96.
165. Yekta A, F.A., Hashemi H, Ostadi Moghaddam H, Heravian J, Heydarian S, et al., *Relationship between refractive errors and ocular biometry components in carpet weavers*. Iran J Ophthalmologica, 2010. **22**: p. 45-54.
166. Warrier S, W.H., Newland HS, Muecke J, Selva D, Aung T, et al., *Ocular biometry and determinants of refractive error in rural Myanmar: the Meiktila Eye Study*. Br J Ophthalmol 2008. **92**: p. 1591-1594.
167. Hassan Hashemi, M.K., Mohammad Miraftab, Mohammad Hassan Emamian, Mohammad Shariati, Tahereh Abdolahi-nia, Akbar Fotouhi, *Axial Length to Corneal Radius of Curvature Ratio and Refractive Errors*. J Ophthalmic Vis Res 2013. **8**(3): p. 220-226.
168. Goss DA, J.T., *Clinical findings before the onset of myopia in youth. I. Ocular optical components*. Optom Vis Sci, 1995. **72**: p. 870-878.
169. Mallen EA, G.Y., Al-Bdour M, Sayegh FN., *Refractive error and ocular biometry in Jordanian adults*. Ophthalmic Physiol Opt, 2005. **25**: p. 302-309.
170. Iyamu, E., J. Iyamu, and C.I. Obiakor, *The Role of Axial Length-Corneal Radius of Curvature Ratio in Refractive State Categorization in a Nigerian Population*. ISRN Ophthalmology, 2011. **2011**: p. 6.
171. Yebra-Pimentel, E., et al., *[Corneal asphericity in a young adult population. Clinical implications]*. Arch Soc Esp Oftalmol, 2004. **79**(8): p. 385-392.
172. Llorente, L., et al., *Myopic versus hyperopic eyes: axial length, corneal shape and optical aberrations*. J Vis, 2004. **4**(4): p. 288-298.
173. Junghans, B., et al., *Referral rates for a functional vision screening among a large cosmopolitan sample of Australian children*. Ophthalmic & physiological optics : the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists), 2002. **22**(1): p. 10-25.
174. Gupta NC, N.R., Khurana AK, et al., *Exophoria and refractive errors-evaluation of 250 cases*. Indian J Ophthalmol 1987. **35**: p. 240-6.

175. Walline JJ, M.D., Zadnik K, et al., *Development of phoria in children*. Optom Vis Sci, 1998. **75**: p. 605-10.
176. Macfarlane DJ, F.W., Stark DJ., *The prevalence of ocular disorders in 1000 Queensland primary schoolchildren*. Aust N Z J Ophthalmol, 1987. **15**: p. 161-74.
177. Lam SR, L.G., De Becker I, et al., *The range and variability of ophthalmological parameters in normal children aged 4 1/2 to 5 1/2 years*. J Pediatr Ophthalmol Strabismus, 1996. **33**: p. 251-6.
178. Leone JF, C.E., Morgan IG, Mitchell P, Kifley A, Wang JJ, Rose KA, *Prevalence of heterophoria and associations with refractive error, heterotropia and ethnicity in Australian school children*. Br J Ophthalmologica, 2010. **94**: p. 542-6.
179. Miodrag, R., et al., *Heterophoria and fusional convergence and divergence in preschool children*. Med Glas (Zenica), 2012. **9**(2): p. 293-298.
180. Chung, K.M. and E. Chong, *Near esophoria is associated with high myopia*. Clinical and Experimental Optometry, 2000. **83**(2): p. 71-75.
181. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. World Medical Association Declaration of Helsinki 2002; Adopted by the 18th WMA General Assembly Helsinki, F., June 1964 and amended by the 29th WMA General Assembly, Tokyo, Japan, October 1975, 35th WMA General Assembly, Venice, Italy, October 1983, 41st WMA General Assembly, Hong Kong, September 1989, 48th WMA General Assembly, Somerset West, Republic of South Africa, October 1996 and the 52nd WMA General Assembly, Edinburgh, Scotland, October 2000. Note of Clarification on Paragraph 29 added by the WMA General Assembly, Washington 2002. .
182. Thibos, L.N. and D. Horner, *Power vector analysis of the optical outcome of refractive surgery*. Journal of cataract and refractive surgery, 2001. **27**(1): p. 80-85.
183. António Queirós, J.J.a.J.M.G.-M., *Influence of Fogging Lenses and Cycloplegia on Peripheral Refraction* J Optom 2009. **2**: p. 83-89.
184. DA., G., *Clinical accommodation and heterophoria findings preceding juvenile onset of myopia*. Optom Vis Sci, 1991. **68**: p. 110-116.

Capítulo 8 – Anexos

Anexo 1 – Documento de consentimento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

No âmbito da Tese de Mestrado em Optometria Avançada, na Universidade do Minho, com o tema “**Alterações sazonais do crescimento do globo ocular em escolares do ensino básico**”, o presente documento visa informá-lo acerca dos objetivos, métodos, benefícios previstos e riscos potenciais inerentes ao estudo para o qual venho solicitar a participação do seu educando.

Em anexo encontra-se um breve questionário, que deve preencher de forma a complementar a informação que será obtida.

O presente documento e os procedimentos a que diz respeito, respeitam a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000, Seul 2008).

O crescimento do globo ocular está intimamente associado ao aparecimento e progressão da miopia. Têm sido considerados diversos fatores para explicar a origem deste crescimento embora os fatores relacionados com o trabalho de visão de perto e a exposição a atividades ao ar livre poderão ter uma importância significativa. Ambos os fatores poderão ainda estar relacionados e alterarem-se de um modo significativo durante o período letivo dado que o percurso educativo condiciona os mesmos.

Este projeto tem como finalidade avaliar o crescimento do comprimento, a curvatura do olho e o erro refrativo (dificuldade de focagem) e o alinhamento de ambos os olhos. Os instrumentos a utilizar serão o Plusoptix, IOL Master e a asa de maddox. Ambas são técnicas não invasivas (não se aplicará qualquer medicamento no olho nem se tocará o olho com nenhum instrumento). Pretende-se realizar até um máximo de 3 avaliações durante o ano letivo em escolares de 10 a 16 anos.

Não se espera que exista qualquer risco para os voluntários ao se submeterem a esta avaliação que não terá qualquer custo quer para a Escola quer para os encarregados de educação e tentando sempre reduzir ao mínimo o tempo de exame e não interferir com as aulas. Se durante

as avaliações realizadas for detetada alguma alteração na visão da criança, os encarregados de educação serão oportunamente informados.

Se decidir que o seu educando participe, as medidas serão efetuadas durante o ano letivo em 3 períodos diferentes (Dezembro, Março e Junho). Cada avaliação deverá demorar aproximadamente 10 minutos.

Declaração de conformidade:

Coloque as iniciais do seu 1º e último nome à frente de cada afirmação se concordar com a mesma

Compreendo os objetivos, benefícios e riscos de permitir que o/a educando/a participe neste estudo.

Entendo que o presente documento lhe proporcionou informação adequada, e que caso o deseje poderá contatar o Investigador Principal (Dr. José M. González-Méijome) pelos meios designados no fim deste documento para esclarecer quaisquer informações adicionais.

Compreendo que posso recusar a qualquer momento a continuidade da participação do/a educando/a no estudo.

Concordo em que os dados obtidos sejam utilizados de forma anónima com os fins científicos ou académicos que a equipa investigadora considerar apropriados.

Braga, _____ de _____ de 2013

O encarregado de educação: _____

Assinatura: _____

Os investigadores: *Conceição Céu Cardoso Silva*

Assinatura: _____

Filipa Correia

Assinatura: _____

Contactos Investigadores: *Conceição Silva* (*conceu_silva@hotmail.com*)

Filipa Correia (*filipa.mscorreia@gmail.com*)

Contactos Investigador Principal: *José Manuel González-Méijome*

jgmeijome@fisica.uminho.pt Telm:253604072

Anexo 2 – Questionário distribuído aos pais

QUESTIONÁRIO

Para completar o estudo em causa é importante conhecer alguns pontos da história médica geral e ocular do educando e dos seus pais.

Embora seja desejável que preencha todo o inquérito, o seu educando poderá participar no estudo mesmo que não responda ao questionário ou a parte dele. Agradeço que e preencha o questionário que se segue.

AS SEGUINTE QUESTÕES SÃO RELATIVAS AOS PAIS:

1. Os pais do educando usam algum tipo de correção visual (óculos/lentes de contato)?

NÃO ☐

O PAI ☐

A MÃE ☐

Para que finalidade utilizam os óculos ou as lentes de contato?

O PAI ver ao Longe ☐

ver ao Longe e ao Perto ☐

ver ao Perto ☐

A MÃE ver ao Longe ☐

ver ao Longe e ao Perto ☐

ver ao Perto ☐

Com que idade usaram pela 1ª vez óculos

O PAI aos _____ anos

A MÃE aos _____ anos

AS SEGUINTE QUESTÖES SÃO RELATIVAS AO SEU EDUCANDO:

2. O nascimento do educando foi no fim do tempo de gravidez?

SIM ☐ NÃO, FOI PREMATURO ☐ nasceu às _____ semanas Peso: _____ Kg.

Esteve na incubadora? SIM ☐ NÃO ☐ Se sim quantos dias esteve? _____ dias.

Houve alguma outra complicação na gravidez ou parto? _____

3. O educando tem algum problema de saúde geral (como diabetes, alergias, outro)?

SIM ☐ NÃO ☐

Se sim, qual/quais?

4. O educando tem algum problema de visão (como queratocone, catarata,...)?

SIM ☐ NÃO ☐

Se sim, qual/quais?

5. O educando já realizou alguma consulta com o oftalmologista ou o optometrista?

SIM ☐ NÃO ☐

Se sim, há quanto tempo? _____

6. O educando usa ou usou óculos alguma vez?

SIM ☐ NÃO ☐

Se sim, para que efeito usa ou usou? _____

Com que idade começou a usar? _____

7. O educando realizou alguma terapia visual (como oclusão de um dos olhos, exercícios,...)?

SIM ☐ NÃO ☐

Se realizou, com que idade e para que efeito? _____

8. Quantas horas passa o educando a estudar por dia numa semana normal (excluindo as aulas)?

NO INVERNO (Dez.-Fev.)

0-2 Horas ☐ 2-4 Hrs. ☐ 4-6 Hrs. ☐ 6-8 Hrs. ☐

<u>NA PRIMAVERA (Mar.-Mai.)</u>	0-2 Horas <input type="checkbox"/>	2-4 Hrs. <input type="checkbox"/>	4-6 Hrs. <input type="checkbox"/>	6-8 Hrs. <input type="checkbox"/>
<u>NO VERÃO (Jun.-Ago.)</u>	0-2 Horas <input type="checkbox"/>	2-4 Hrs. <input type="checkbox"/>	4-6 Hrs. <input type="checkbox"/>	6-8 Hrs. <input type="checkbox"/>
<u>NO OUTONO (Set.-Nov.)</u>	0-2 Horas <input type="checkbox"/>	2-4 Hrs. <input type="checkbox"/>	4-6 Hrs. <input type="checkbox"/>	6-8 Hrs. <input type="checkbox"/>

9. Quantas horas passa o educando em atividades ao ar livre (parque, rua,...) por dia numa semana normal?

<u>NO INVERNO (Dez.-Fev.)</u>	0-2 Horas <input type="checkbox"/>	2-4 Hrs. <input type="checkbox"/>	4-6 Hrs. <input type="checkbox"/>	6-8 Hrs. <input type="checkbox"/>
<u>NA PRIMAVERA (Mar.-Mai.)</u>	0-2 Horas <input type="checkbox"/>	2-4 Hrs. <input type="checkbox"/>	4-6 Hrs. <input type="checkbox"/>	6-8 Hrs. <input type="checkbox"/>
<u>NO VERÃO (Jun.-Ago.)</u>	0-2 Horas <input type="checkbox"/>	2-4 Hrs. <input type="checkbox"/>	4-6 Hrs. <input type="checkbox"/>	6-8 Hrs. <input type="checkbox"/>
<u>NO OUTONO (Set.-Nov.)</u>	0-2 Horas <input type="checkbox"/>	2-4 Hrs. <input type="checkbox"/>	4-6 Hrs. <input type="checkbox"/>	6-8 Hrs. <input type="checkbox"/>

Contactos Investigadores: *Conceição Silva (conceu_silva@hotmail.com)*

Filipa Correia (filipa.mscoreia@gmail.com)

Anexo 3 – Inquérito distribuído aos adolescentes na 1ª avaliação

Inquérito

1- Nome: _____

2- Mês de Nascimento: _____ (dia/mês/ano)

3- Os teus pais são de origem:

PAI	Portuguesa <input type="checkbox"/>	Outra?Qual? _____
MÃE	Portuguesa <input type="checkbox"/>	Outra?Qual? _____

4- No período passado obtiveste notas no geral:

Excelentes	<input type="checkbox"/>
Razoáveis	<input type="checkbox"/>
Tive pelo menos uma negativa	<input type="checkbox"/>

5- Marca com uma cruz o número de horas **por dia** que gastas fazendo as seguintes **atividades no INVERNO:**

	DURANTE A SEMANA				AO FIM DE SEMANA			
	Nunca	Menos de 1 hora	1 a 2 horas	3 ou mais horas	Nunca	Menos de 1 hora	1 a 2 horas	3 ou mais horas
Atividades ao ar livre (caminhar, parque, andar de bicicleta, piquenique etc)								
Ver TV, vídeos, DVD's								
A fazer trabalhos de casa (TPC's), estudar								
A ler livros (triologias, banda desenhada, romances, etc...)								
A desenhar, pintar ou escrever								
Jogar xadrez, cartas ou jogos de tabuleiro								
Estar no computador (fazer trabalhos, internet, jogar...)								

6- Praticas algum desporto ou atividade (futebol, dança, natação, aulas de música..etc)?

Sim ☐

Não ☐

Qual ou quais? _____

Se sim, quantas horas despendes **por semana** para essa(s) atividade(s)?

O desporto ou atividade é realizado ao ar livre ou no interior (ginásio, sala, etc)?

7- Estima a quantidade de tempo que gastas-te no interior / exterior durante as FÉRIAS DE NATAL. Assinala com uma cruz:

Nas férias de Natal estive, principalmente dentro de casa e, ocasionalmente, passava até duas horas por dia ao ar livre (rua, parque) ☐

Sobre quantidades iguais de tempo em ambientes fechados e ao ar livre ☐

Nas férias de Natal estive, principalmente ao ar livre e, ocasionalmente, passava até duas horas por dia dentro de casa ☐

8- Dormes com a luz ligada do teu quarto ou de alguma outra divisão que dê luz para o teu quarto?

Sempre ☐
Às vezes ☐
Raramente ☐
Nunca ☐

E quando eras mais pequeno(a)?

Sempre ☐
Às vezes ☐
Raramente ☐
Nunca ☐

9- A amamentação quando eras bebé era:

Materna ☐
Artificial (produtos lácteos) ☐
Não sei ☐

10- Quantas vezes comes cereais de pequeno-almoço?

Nunca ou raramente ☐
Menos do que duas vezes por semana ☐
Cerca de 2-6 vezes por semana ☐
Todos os dias ☐

11- Com que frequência tens refeições ou lanches, onde comes hambúrgueres, pizza, comidas fast food (McDonalds, Pizza Hut)?

Nunca ou raramente ☐
Menos do que uma vez por semana ☐
Cerca de 1-3 vezes por semana ☐
Cerca de 4-6 vezes por semana ☐
Todos os dias ☐

12- Vives:

Na cidade ☐ Numa aldeia/freguesia ☐ Numa vila ☐

Moras:

Numa casa ☐
Num apartamento ☐ Em que andar: _____

13- Na sala de aula, geralmente ficas:

Na fila perto da janela ☐ Na fila do meio ☐ Na outra fila ☐

Nas mesas:

Da frente ☐ Do meio ☐ Ao fim da fila, últimas mesas ☐

14- Possuis algum escalão escolar?

Escalão A ☐ Escalão B ☐ Sem escalão ☐

Anexo 4 – Inquérito distribuído aos adolescentes na 2ª avaliação

Inquérito

1- No período passado obtiveste notas no geral:

Excelentes ☐

Razoáveis ☐

Tive pelo menos uma negativa ☐

2- Marca com uma cruz o número de horas por dia que gastas fazendo as seguintes atividades na Primavera:

	DURANTE A SEMANA				AO FIM DE SEMANA			
	Nunca	Menos de 1 hora	1 a 2 horas	3 ou mais horas	Nunca	Menos de 1 hora	1 a 2 horas	3 ou mais horas
Atividades ao ar livre (caminhar, parque, andar de bicicleta, piquenique etc)								
Ver TV, vídeos, DVD's								
A fazer trabalhos de casa (TPC's), estudar								
A ler livros (triologias, banda desenhada, romances, etc...)								
A desenhar, pintar ou escrever								
Jogar xadrez, cartas ou jogos de tabuleiro								
Estar no computador (fazer trabalhos, internet, jogar...)								

3- Praticas algum desporto ou atividade (futebol, dança, natação, aulas de música..etc)?

Sim ☐

Não ☐

Qual ou quais? _____

Se sim, quantas horas despendes por semana para essa(s) atividade(s)?

O desporto ou atividade é realizado ao ar livre ou no interior (ginásio, sala, etc)?

- 4- Estima a quantidade de tempo que gastas-te no interior / exterior durante as **FÉRIAS DA PÁSCOA**. Assinala com uma cruz:

Nas férias da páscoa estive, principalmente dentro de casa e, ocasionalmente, passava até duas horas por dia ao ar livre (rua, parque) ☐

Sobre quantidades iguais de tempo em ambientes fechados e ao ar livre ☐

Nas férias da páscoa estive, principalmente ao ar livre e, ocasionalmente, passava até duas horas por dia dentro de casa ☐

- 5- **Dormes com a luz ligada do teu quarto ou de alguma outra divisão que dê luz para o teu quarto?**

Sempre ☐

Às vezes ☐

Raramente ☐

Nunca ☐

- 6- **Quantas vezes comes cereais de pequeno-almoço?**

Nunca ou raramente ☐

Menos do que duas vezes por semana ☐

Cerca de 2-6 vezes por semana ☐

Todos os dias ☐

- 7- **Com que frequência tens refeições ou lanches, onde comes hambúrgueres, pizza, comidas fast food (McDonalds, Pizza Hut)?**

Nunca ou raramente ☐

Menos do que uma vez por semana ☐

Cerca de 1-3 vezes por semana ☐

Cerca de 4-6 vezes por semana ☐

Todos os dias ☐

- 8- **Tens algum irmão/irmã a frequentar a mesma escola? Em que turma e qual o nome?**

Responde apenas se alguma destas tuas respostas alterou nos últimos meses:

- 9- **Vives:**

Na cidade ☐

Numa aldeia/freguesia ☐

Numa vila ☐

Moras:

Numa casa ☐

Num apartamento ☐ Em que andar: _____

- 10- **Na sala de aula, geralmente ficas:**

Na fila perto da janela ☐ Na fila do meio ☐ Na outra fila ☐

Nas mesas:

Da frente ☐

Do meio ☐

Ao fim da fila, últimas mesas ☐

Anexo 5 – Restantes variáveis dos inquéritos (sem significância estatística)

Tabela 4.10. Coeficiente de correlação de Spearman, e análise estatística entre as variáveis dos inquéritos e variação ocorrida no M e CA.

Variáveis		Variação M		Variação CA	
		Coeficiente de correlação	<i>p</i>	Coeficiente de correlação	<i>p</i>
História familiar ótica	Idade de começo de uso de correção pai	-0,001	0,994	-0,204	0,247
	Uso de correção ótica pai	-0,037	0,692		
	Tipo de uso de correção ótica pai	-0,027	0,880	-0,125	0,466
	Uso de correção ótica mãe	0,085	0,365	0,076	0,418
	Tipo de uso de correção ótica mãe	0,047	0,757	-0,042	0,779
	Idade de começo de uso de correção mãe	0,242	0,105	-0,208	0,156
Parâmetros de nascimento	Tempo de gravidez	0,177	0,067	0,005	0,959
	Semanas de gestação	0,044	0,729	0,069	0,577
	Peso ao nascer	0,184	0,104	0,031	0,785
	Incubadora	-0,094	0,350	0,006	0,953
	Dias na incubadora	-0,088	0,377	0,003	0,979
	Complicações na gravidez	-0,044	0,715	0,128	0,285
	Tipo de complicação	-0,423	0,223	-0,365	0,243
Saúde geral do adolescente	Problema de saúde	0,125	0,186	-0,019	0,841
	Tipo de problema	-0,186	0,433	0,072	0,757
Saúde ocular do adolescente	Problema ocular	-0,003	0,975	0,022	0,817
	Tipo de problema	0,277	0,266	-0,078	0,744
	Realizou consulta	-0,056	0,553	0,164	0,076
	Tempo desde a última consulta	0,052	0,660	0,000	0,998
	Uso de correção ótica	0,135	0,149	-0,054	0,564
	Tipo de uso de correção	-0,062	0,733	0,036	0,836
	Idade de começo correção	0,017	0,929	-0,212	0,237
	Realizou terapia visual	0,013	0,894	-0,034	0,714
	Efeito de terapia	-0,580	0,079	0,229	0,524
	Idade de começo terapia	0,592	0,293	0,000	1,000

Horas a estudar por dia durante a semana	Inverno	-0,054	0,578	-0,042	0,663
	Primavera	-0,025	0,793	-0,105	0,273
	Verão	-0,086	0,379	-0,008	0,933
	Outono	-0,032	0,742	-0,036	0,708
Horas ao ar livre por dia durante a semana	Primavera	-0,128	0,187	0,070	0,467
	Verão	-0,078	0,417	0,054	0,573
	Outono	-0,171	0,076	0,066	0,497
	Inverno	-0,154	0,111	0,019	0,843
Mês de nascimento		0,063	0,498	0,040	0,664
Origem	Pai	-0,028	0,759	0,159	0,082
	Mãe	-0,057	0,538	-0,106	0,245
Nota 1º período		0,038	0,684	0,036	0,693
Semana inverno	Horas ao ar livre	-0,038	0,679	-0,135	0,138
	Estudar	-0,072	0,438	-0,028	0,759
	Ver Televisão	0,112	0,226	-0,065	0,482
	Ler livros	-0,101	0,275	0,002	0,979
	Desenhar, escrever, pintar	-0,073	0,433	-0,069	0,453
	Jogar xadrez, cartas, jogos de tabuleiro	0,052	0,577	-0,002	0,979
	Estar no computador	0,098	0,293	-0,027	0,774
Fim de semana inverno	Horas ao ar livre	-0,040	0,685		
	Ver televisão	0,144	0,141	-0,046	0,639
	Estudar	-0,118	0,227	0,087	0,370
	Ler livros	-0,063	0,519	0,076	0,437
	Jogar xadrez, cartas, jogos de tabuleiro	0,023	0,811	0,010	0,915
	Estar no computador	0,111	0,258	-0,141	0,147
	Desenhar, escrever, pintar	0,008	0,937	0,028	0,772
Desporto inverno	Prática de desporto	0,032	0,727	-0,075	0,415
	Horas	-0,161	0,184	-0,081	0,509
	Ar livre/interior	-0,006	0,963	0,022	0,857
Férias de Natal (interior/exterior)		-0,056	0,547	-0,032	0,732
Luz no período noturno no inverno		0,093	0,318	0,007	0,942
Luz no período noturno em criança		0,049	0,605	-0,137	0,139
Amamentação		0,019	0,838	0,109	0,236
Cereais durante a semana no inverno		0,174	0,060	0,081	0,381

Fast food durante a semana no inverno		0,029	0,755	0,012	0,894
Posição na sala de aula em relação à janela		0,032	0,726	0,098	0,283
Posição na sala de aula em relação ao quadro		-0,078	0,402	-0,037	0,683
Escalão escolar		0,086	0,350	0,017	0,849
Nota 2º período		0,087	0,350	-0,014	0,878
Semana primavera	Horas ao ar livre	-0,072	0,440	-0,034	0,711
	Ver televisão	0,147	0,114	-0,156	0,091
	Estudar	-0,053	0,576	-0,037	0,691
	Ler livros	0,002	0,980	-0,058	0,528
	Desenhar, escrever, pintar	0,027	0,771	-0,072	0,438
	Jogar xadrez, cartas, jogos de tabuleiro	-0,113	0,222	0,031	0,735
	Estar no computador	0,154	0,096	-0,043	0,641
Fim de semana primavera	Horas ao ar livre			-0,022	0,818
	Ver televisão	0,067	0,478	-0,113	0,227
	Estudar			0,170	0,070
	Ler livros	-0,055	0,557	0,055	0,556
	Estar no computador	0,100	0,292	-0,020	0,831
	Desenhar, escrever, pintar	-0,015	0,872	-0,034	0,720
	Jogar xadrez, cartas, jogos de tabuleiro	-0,031	0,749	0,022	0,815
Desporto primavera	Prática de desporto	-0,058	0,530	-0,078	0,397
	Horas	0,053	0,663	-0,142	0,238
	Ar livre/interior	0,076	0,531	-0,182	0,129
Férias da Páscoa (interior/exterior)		-0,098	0,289	0,018	0,847
Luz no período noturno primavera		0,030	0,749	-0,094	0,312
Cerais durante a semana na primavera		0,028	0,766	0,058	0,529
Fast food durante a semana na primavera		0,135	0,147	0,152	0,099
Zona de habitação	Cidade			0,057	0,531
	Vila				
	Aldeia				

Tipo de habitação	Casa		0,041	0,657
	Apartamento			